DIE NATURWISSENSCHAFTEN

26. Jahrgang | 4. November 1938 | Heft 44

Über Farb- und Musteränderungen bei Blüten[1].

Von Richard Harder, Göttingen.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß sich bei einer Reihe von Pflanzen im Laufe der Blütenentwicklung eine Änderung in der Blütenfarbe vollzieht. So sind die Knospen und jungen Blüten des Lungenkrauts, *Pulmonaria officinalis*, rosa gefärbt, werden aber später blau. Ähnlich ist es beim Vergißmeinnicht und anderen Verwandten des Lungenkrauts (Familie *Borraginaceen*). Diese Umfärbung kommt dadurch zustande, daß im Zellsaft Anthozyan gelöst ist, ein Farbstoff, der je nach der Reaktion seines Lösungsmittels rot oder blau ist. In den jungen Blüten ist der Zellsaft sauer, später wird er alkalisch, und damit ändert sich dann zwangsläufig auch die Blütenfarbe. Es handelt sich also um einen *Vorgang, an dem der Farbstoff nur sekundär beteiligt ist*; eine Änderung im Farbstoffgehalt, in der Farbstoffverteilung oder gar in der Farbstoffart findet dabei nicht statt.

Anders bei gewissen Stiefmütterchen. Bei der Sorte „Föhn" z. B. sind die Blüten — abgesehen von den das „Gesicht" bildenden 3 Farbflecken im Zentrum — nach dem Aufblühen zunächst ungefärbt (bei genauer Betrachtung erweisen sie sich als schwach rahmgelb) und werden dann im Laufe von 1—2 Tagen lebhaft blau. Bei *Victoria regia*, der mächtigsten der tropischen Seerosen, und nach Kuijper (1931) auch bei *Hibiscus mutabilis*, einem prächtigen tropischen Zierstrauch, öffnen sich die Blüten ebenfalls in reinstem Weiß und werden im Laufe eines Tages farbig, aber nicht blau, sondern rot. Bei diesem Umschlag von Weiß zu Rot oder Blau, für den sich noch manche weiteren Beispiele erbringen ließen, findet nun eine *wirkliche Änderung im Farbstoffgehalt* statt; anfangs ist überhaupt noch kein Farbstoff vorhanden, erst später tritt das Anthozyan — und zwar je nach der Reaktion des Zellsaftes mit roter oder blauer Farbe — im Gange der natürlichen Entwicklung auf. So auffällig und fremdartig uns diese Umfärbung einer voll erblühten Blume anmutet, so stellt sie doch nichts prinzipiell Besonderes dar, sondern es dürften nur diejenigen Prozesse, die sich in den meisten Pflanzen schon im frühen Knospenstadium vollziehen, hier auf eine spätere Entwicklungsphase verschoben sein. Denn wohl keine farbige Blüte ist von ihrem frühesten Jugendstadium an bereits gefärbt, sondern in der Knospe sind zunächst alle Blüten farblos und bilden erst von einem bestimmten Größenstadium an, das bei der einen Art früher, bei der anderen später liegt, ihr Anthozyan aus. Da das meist schon im Innern der noch geschlossenen Knospen geschieht, ist dieses Farbigwerden allerdings für unser Auge unsichtbar und erscheint uns daher sehr überraschend, wo es auf die bereits entfalteten Blüten hinausgezögert ist. An sich gehört die Umfärbung aber zum natürlichen Entwicklungsgang aller durch Anthozyan gefärbten Blüten.

Ganz anders liegen die Verhältnisse in allen folgenden Fällen. Bei ihnen beziehen sich die Änderungen nicht auf die aufeinanderfolgenden Alters- und Entwicklungsstadien von Einzelblüten, sondern auf *verschiedene, nacheinander zur Entfaltung kommende Blüten* einer und derselben Pflanze. Sie gehören zudem nicht zum gewöhnlichen Entwicklungsablauf, sondern stehen unter dem richtunggebenden Einfluß gewisser Außenfaktoren, die in der Regel nur im Experiment so stark variiert werden können, daß ihre Wirkung willkürlich hervorgerufen werden kann.

Als ein verhältnismäßig schon lange bekanntes Beispiel gehört hierher die rotblühende chinesische Primel (*Primula sinensis rubra*). Ihre Blüten sind bei Kultur unter normalen Verhältnissen rot, hält man die Pflanzen aber bei mehr als 30°, so sind die sich neu bildenden Blüten farblos (Baur, 1930). *Hohe Temperatur unterdrückt also die Ausbildung des Blütenfarbstoffes.* Gewisse Dahlien reagieren *genau entgegengesetzt.* Bei einer bestimmten Rasse von *Dahlia variabilis* (sie ist in unseren Protokollen als Klon VIII bezeichnet) entwickeln sich im Freiland gelbe Blüten; Exemplare in einem warmen Gewächshaus (etwa 30°) bilden dagegen rote. Hier wird der rote Farbstoff also gerade erst durch hohe Temperatur hervorgerufen und fehlt bei niedriger (Harder und Döring, 1935).

Verwickelter liegen die Dinge bei Objekten, bei denen nicht eine einheitliche Färbung die ganzen Kronblätter überzieht, sondern ein *Muster* ausgebildet wird.

Bei *Calliopsis bicolor* z. B., dem Schöngesicht, sind die Blumenkronblätter von gelben und bräunlichen Sprenkelungen bedeckt (die bräunlichen Stellen bestehen aus Zellen mit rotem Anthozyan, sie wirken auf unser Auge aber durch von unten durchschimmerndes Gelb rotbräunlich). Überträgt man die Pflanzen in hohe Temperatur, so wird der gesprenkelte Teil schrittweise immer mehr auf die Kronblattspitzen beschränkt, bis schließlich ein völlig einheitlicher brauner Farbton die ganzen Kronblätter bedeckt und die Blüten ungemustert geworden sind (Marheineke, 1936).

Bei Calliopsis werden die Blüten also in hoher Temperatur sehr anthozyanreich. Gerade umgekehrt

[1] Die Untersuchungen wurden mit Ausnahme derjenigen von Baur, Bergdolt und Kuijper in den Botanischen Anstalten in Göttingen ausgeführt.

ist es bei der Pantoffelblume, Calceolaria hybrida grandiflora. Auch bei ihr treten bei Kultur unter normalen Verhältnissen auf gelbem Grunde bräunlich wirkende Anthozyanflecken in sehr großer Zahl auf. Durch Kultur bei erhöhter Temperatur lassen sich jedoch nacheinander Blüten erzeugen, an denen die Tupfen in immer stärkerem Maße unterdrückt sind, so daß schließlich ungemusterte, rein gelbe Blüten entstehen (Fig. 1). Setzt man die Pflanzen dann wieder in niedrige Temperatur zurück, so treten allmählich wieder immer stärker getupfte Blüten auf (FLOREN, unveröffentlicht). Ähnlich reagiert *Mimulus tigrinus*, die Gauklerblume, jedoch sind gewisse Musterteile bei ihr resistenter. Ihre Blüten sind ebenfalls mit mehr

Fig. 1. Calceolaria hybrida grandiflora. Übergang von „getigerten" Blüten zu ungemusterten gelben durch Kultur in 30° vom 30. IV. an. Phot. 14. V. (Phot. Floren.)

oder weniger großen rötlichen Flecken übersät, die die Blütenblätter zum größten Teil bedecken oder auch (nach Einwirkung hoher Temperatur) auf den 4 oberen Kronblättern völlig fehlen und dann nur noch auf dem untersten vorhanden sind, und zwar auch hier in geringerem Ausmaß als vorher. Gänzlich ließen sich die Tupfen aber nicht beseitigen (MARHEINEKE, 1936). Noch resistenter erwiesen sich die 3 das „Gesicht" bildenden Farbmale beim Stiefmütterchen. Es ist uns bisher noch nicht gelungen, sie durch Temperatur- oder sonstige Einwirkungen zum Verschwinden zu bringen. Die übrige Färbung des Stiefmütterchens hat sich dagegen meist als sehr labil erwiesen. Zwar gibt es gewisse Rassen, besonders dunkelblaue und rein gelbe, deren Blüten unter allen Bedingungen konstant gefärbt sind, manche andere sind aber — ganz abgesehen von dem obenerwähnten Fall bei „Föhn" — sehr wandlungsfähig, wie zum Teil schon BERGDOLT (1932) und später ausführlicher SCHRÖDER (1934) und FLOREN (unveröffentlicht) festgestellt haben. So sind bei der

Fig. 2. Viola tricolor „Nordlicht". Links Blüte aus dem Freiland, rechts von der gleichen Pflanze nach Kultur in 30°. (Phot. Floren.)

Fig. 3. Viola tricolor „Montblanc". Links aus dem Freiland, rechts aus 30°. (Phot. Floren.)

Fig. 4. Viola tricolor „Alpenglühen". Links aus dem Freiland, rechts aus 30°. (Phot. Floren.)

Sorte „Nordlicht" die beiden oberen Kronblätter violett, die drei unteren haben dagegen nur einen violetten Außenrand (Fig. 2). Bei Kultur in hoher Temperatur treten dann Blüten auf, bei denen die in der Umgebung der 3 Farbmale liegende farblose Innenzone stark verbreitert ist und den violetten

Außenkreis bis auf eine schmale Zone, oder auch völlig, verdrängt hat; gleichzeitig verschwindet der Farbstoff auch an der Basis der beiden oberen Kronblätter, so daß diese nun nicht mehr einheitlich gefärbt sind, sondern nur noch eine farbige, allerdings zunächst noch breite Randzone zur Schau tragen (Fig. 2). Schließlich wird aber auch diese verdrängt, und „Nordlicht" hat dann Blüten, wie sie in Fig. 3 rechts von der Sorte „Montblanc" wiedergegeben sind, bei der sich gleichsinnige Änderungen wie bei „Nordlicht" erzeugen lassen. Auch bei der Rasse „Alpenglühen", bei der normalerweise die gesamte Fläche dunkelrot ist, läßt sich die Farbe der Kronblätter fast völlig zum Verschwinden bringen (Fig. 4). Trotz dieser außerordentlichen Wandelbarkeit, derzufolge das für die einzelnen Handelssorten charakteristische Muster bis zur völligen Unkenntlichkeit verändert werden kann, haben wir bisher, wie gesagt, keine Rasse finden können, bei der sich die drei um den Schlund gelegenen Farbflecken unterdrücken lassen.

Ebenfalls sehr resistent zeigten sich die mannigfaltigen und variablen Zeichnungen auf der Unterlippe von *Lamium*, dem Bienensaug. Alle unsere Versuche, sie durch Außenfaktoren zu vermehren oder zu vermindern, sind gescheitert, und ebensowenig scheint nach SCHMUCKER (1935) ein Erfolg bei der Musterung der Orchidee *Ophrys* zu erwarten zu sein. Auch gewisse Dahlien mit scharfer Sprenkelung der Kronblätter ließen sich nicht beeinflussen (HARDER und DÖRING).

Gegenüber der bisher erwähnten *unregelmäßigen* Punkt- oder Flächenscheckung besteht bei gewissen Objekten das Muster aus *regelmäßigen, scharf umrissenen Flächen*.

Tagetes, die Samtblume, ist ein Beispiel dafür. Ihre Kronblätter tragen auf gelbem Grunde rotbraune Längsstreifen, die, je nach Breite, helle Zonen verschiedenen Durchmessers zwischen sich lassen (Fig. 5); die braunen Streifen können aber auch die hellen Regionen völlig verdrängen, so daß die Blüte einfarbig rotbraun wird, oder aber sie können sich auch selbst immer mehr bis zum völligen Verschwinden verringern, so daß schließlich einheitlich hellgelbe Blüten zustandekommen.

Ein ausgezeichnetes Beispiel für solche Strahlenmusterungen sind auch die oft als Balkonpflanzen gezogenen Petunien, die weiß auf fast stets ± violettem Grunde sind (HARDER, 1934, SCHRÖDER, 1934, HARDER und MARHEINEKE, 1935, MARHEINEKE, 1936). Durch Ausbreitung oder Verringerung der weißen Areale können alle Übergänge zwischen einheitlich weißen und rein

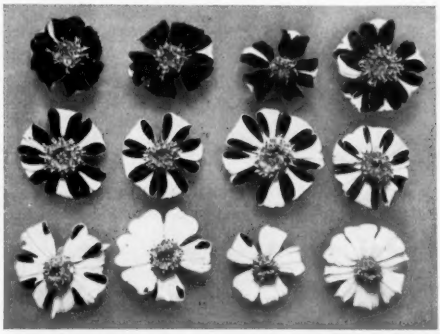

Fig. 5. Tagetes patula. Übergang des Streifenmusters von einfarbig braun zu einfarbig hellgelb.

violetten Blüten auftreten (Fig. 6). Im einzelnen weisen dabei die verschiedenen von uns untersuchten Klone[1] mancherlei Unterschiede auf. So kann die Scheckung zentrifugal (Fig. 6) oder

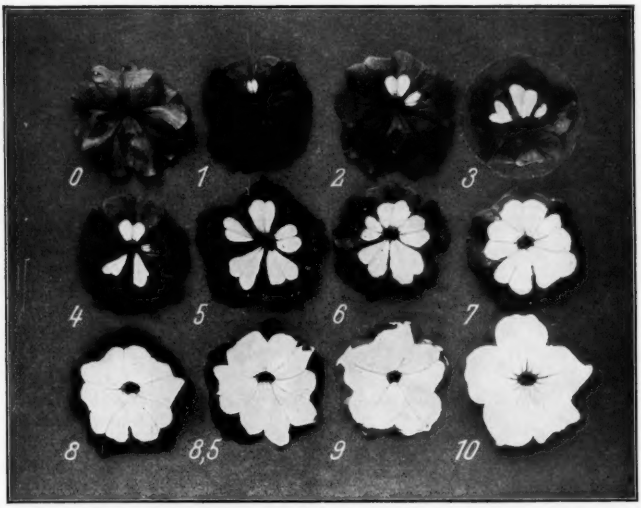

Fig. 6. Petunia hybrida grandiflora „Kriemhilde". Abwandlung des fünfstrahligen Musters bei Klon 90; zentrifugale Scheckung. (Phot. Marheineke.)

zentripetal (Fig. 7 und 8) sein oder beides zugleich (Fig. 9); auch in weiteren Einzelheiten können bei beiden Grundtypen noch wieder Abweichungen

[1] Die aus einem Mutterindividuum durch vegetative Vermehrung erzeugten, erbgleichen Geschwisterpflanzen nennt man einen „Klon".

auftreten. Die genetische Analyse des Materials durch meinen Mitarbeiter VON WITSCH (1936) hat sogar noch weitere als die abgebildeten Typen zutage gefördert.

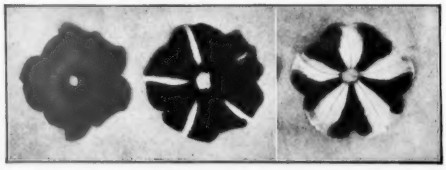

Fig. 7. Petunia nana multiflora. Strahlenförmig zentripetale Scheckung des Klons 213. (Phot. Marheineke.)

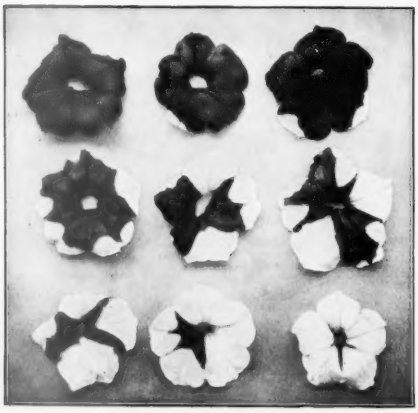

Fig. 8. Petunia „Kakadu". Unregelmäßig zentripetale Scheckung des Klons 305. (Phot. Marheineke.)

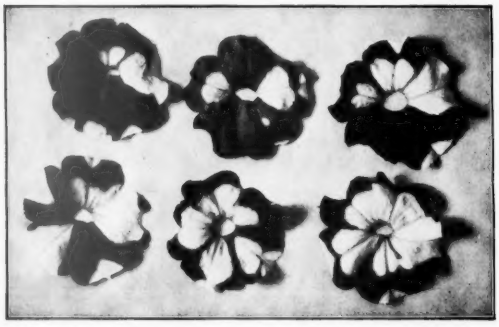

Fig. 9. Petunia. Kombination von zentrifugaler und zentripetaler Scheckung. (Phot. Marheineke.)

Wie bei den übrigen Objekten spielt auch bei den Petunien die *Temperatur* für das Zustandekommen der Musteränderung eine wesentliche Rolle. Zur besseren Kennzeichnung der einzelnen Stadien haben wir die verschiedenen Scheckungsgrade mit Zahlen von 0—10 bezeichnet, wobei 0 einfarbig violett, 10 rein weiß und die übrigen Zahlen Zwischenwerte des Streifenmusters bedeuten (Fig. 6). Bei Kultur in verschiedener Temperatur, aber sonst konstanten Bedingungen erzeugte eine bestimmte Versuchspflanze Blüten von folgenden Scheckungsgraden (Mittel aus einer großen Anzahl von Einzelblüten): Bei 15° 8,2, bei 20° 6,3, bei 25° 5,5, bei 30° 4,6 und bei 35° 0,7. Während die Blüten *also bei 15° sehr helle Scheckung* aufwiesen, waren sie *bei 35° fast rein violett*; nur einzelne von ihnen hatten in der hohen Temperatur noch schwache weiße Strahlen, andere waren ganz ungemustert (Fig. 10, mittlere Querreihe von links nach rechts). Diese Reaktionsweise war bei allen Petunienklonen vorhanden, der Grad der Scheckungsvariation aber war bei den einzelnen Klonen verschieden. Einige durchliefen die ganze Musterskala schon innerhalb einer Temperaturspanne von 10°, andere, wie der als Beispiel herausgegriffene Klon 90, erreichten selbst bei Veränderung der Temperatur von 15—35°, also um 20°, noch nicht die beiden Scheckungsextreme 0 und 10. Auch in anderer Hinsicht machten sich im einzelnen Unterschiede bei den Klonen bemerkbar.

Überraschenderweise hängt bei den Petunien die Musterung außer von der Temperatur auch noch von der *Lichtintensität* ab. Bei Haltung der Pflanzen bei 25° in Thermostaten, die von 4 Seiten elektrisch beleuchtet wurden, und zwar je Seite mit 7000 bzw. 12000 bzw. 16000 Lux, ergaben sich für Klon 90 die Scheckungswerte 3,8 bzw. 5,5 bzw. 7,8 (Fig. 10, senkrechte Reihe) und für den etwas anders reagierenden Klon 48 0,1 bzw. 3,3 bzw. 7,2; bei 30° waren die entsprechenden Werte für Klon 90 0,2, 4,6, 6,0 und für Klon 48 0, 1,2, 5,0. Die Blüten waren also *um so heller gescheckt, je stärker das Licht war*.

Steigerung der Lichtintensität ruft also eine Vergrößerung der weißen Areale hervor, Temperaturerhöhung aber bewirkt das Gegenteil (vgl. Fig. 10). Es ist daher zu erwarten, *daß bestimmte Scheckungsstufen durch bestimmte Kombinationen von Temperatur und Lichtintensität zustande kommen*. Tatsächlich ist das der Fall. So wurde z. B. bei Klon 90 der Scheckungsgrad 8 durch 15° und 12000 Lux sowie durch 35° und 16000 Lux erzeugt, und der Scheckungsgrad 4,5 entstand durch 20° und 7000 Lux bzw. durch 30° und 12000 Lux.

Die im Thermostaten durch exakte Temperatur- und Lichtwerte hervorgerufenen Veränderungen des Musters lassen sich naturgemäß auch dadurch erzielen, daß die Pflanzen in gut beleuchtete, aber kühle bzw. beschattete und warme Gewächshäuser gestellt werden. Bei wiederholtem Wechsel des Standortes kann man so wiederholt an der gleichen Pflanze Blüten jedes gewünschten Musters hervorrufen.

Ausschlaggebend ist bei der Lichtwirkung nicht allein die Intensität, sondern auch die *Dauer* der Beleuchtung. In Fig. 11 sind aus einer größeren

Versuchsgruppe 4 Pflanzen des Klons 90 wiedergegeben, die täglich während 6, 8, 10 und 13 bis 16 Stunden dem natürlichen Tageslicht ausgesetzt waren. Die am kürzesten belichteten Pflanzen haben schwach- oder ungescheckte Blüten (mittlerer Scheckungswert aus 71 Blüten = 2,5), die am längsten belichteten dagegen sehr hellgescheckte (mittlerer Scheckungswert aus 214 Blüten = 6,5). *Je länger das Licht einwirkte, um so heller gescheckt waren also die Blüten.* Die übrigen Klone reagierten beleuchtet, 7 andere während 12 Stunden, aber mit auf die Hälfte geschwächtem Licht. Für beide Gruppen war also das Produkt aus Intensität und Zeit gleich. Die 52 Blüten der ersten Serie hatten den mittleren Scheckungsgrad 4,3, die 51 der zweiten Serie 4,1. Die mittleren Scheckungswerte der beiden Gruppen waren also tatsächlich gleich.

Um klare Ergebnisse zu erhalten, mußte bei den Petunienversuchen beachtet werden, daß weder *junge Sämlinge* noch *frisch hergestellte Steck-*

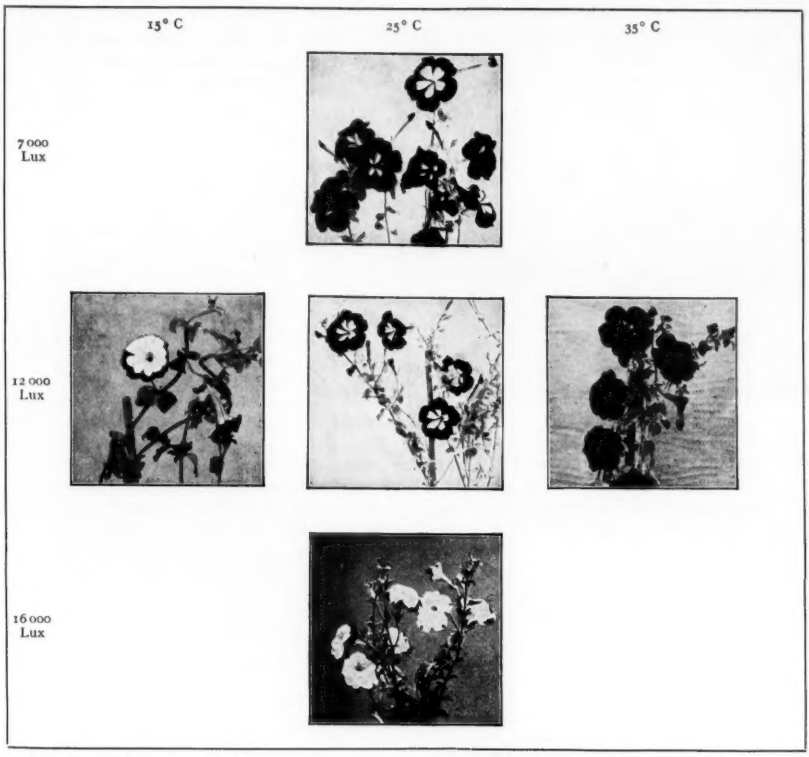

Fig. 10. Petunia, Klon 90, bei Kultur im elektrisch beleuchteten Thermostaten. Einfluß verschiedener Kombination von Lichtintensität und Temperatur auf die Scheckung. (Phot. Marheineke.)

entsprechend, wenn auch mit gewissen, für jeden Klon charakteristischen kleinen Abweichungen in der Höhe der Scheckungsstufe.

Da sowohl die Belichtungszeit wie die Lichtintensität von Einfluß sind, so liegt die Vermutung nahe, daß *bei gleichem Produkt* aus diesen beiden Faktoren auch *gleiche Scheckungsgrade* zustande kommen. Ob das wirklich immer exakt zutrifft, können wir vorläufig noch nicht sagen, sicher ist jedoch, daß das Produkt aus Intensität und Zeit einen sehr wesentlichen Einfluß auf das Muster ausübt. Das ergab sich aus folgendem Versuch: 7 Pflanzen des Klons 90 wurden täglich 6 Stunden *lingspflanzen* benutzt wurden. Eigenartigerweise bildeten diese nämlich bei allen Klonen bedeutend schwächer gescheckte Blüten als ältere Exemplare. Aus Fig. 12 ersieht man, daß die Bildung der einfarbigen violetten Blüten sich bei dem der graphischen Darstellung zugrunde liegenden Steckling vom 24. VII. (erste Blüte) bis zum 17. VIII. (fünfte Blüte) erstreckte und erst jetzt allmählich Blüten desjenigen Musters erzeugt werden, das von den Blüten der unter gleichen Verhältnissen stehenden alten Pflanze schon dauernd gebildet wurde. Es sind also nicht *ausschließlich* die Außenfaktoren, die das Blütenmuster bedingen, sondern *es spielen auch*

noch „innere", vorläufig noch nicht näher bekannte Zustände hinein. Macht man die Versuche aber mit Pflanzen von einem gewissen Alter an, so erhält man stets völlig übereinstimmende Ergebnisse.

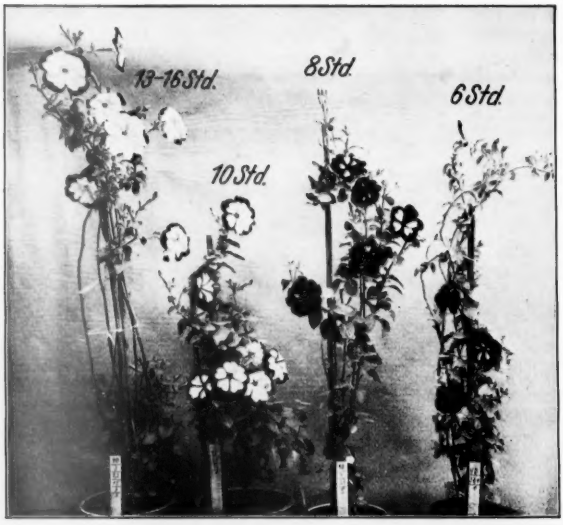

Fig. 11. Petunia, Klon 90. Einfluß der Belichtungszeit von täglich 6, 8, 10 und 13—16 Stunden (natürliches Tageslicht). Vers.beg. 20. VII., Phot. 25. VIII. (Marheineke.)

Eine völlig eindeutige Reaktion erhält man auch dann, wenn man nicht die ganze Pflanze einheitlichen, sondern die einzelnen Zweige verschiedenen Bedingungen aussetzt. Dann bildeten sich an jedem Zweig die für die herrschenden Bedingungen charakteristischen Blüten. *Die einzelnen*

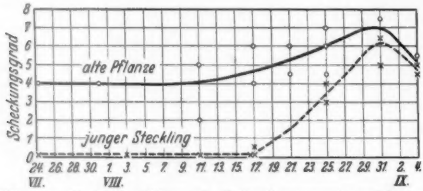

Fig. 12. Petunia, Klon 48. Scheckungsunterschied alter und junger Pflanzen. Abszisse: Datum; Ordinate: Scheckungsgrad der Blüten; Einzelblüten der alten Pflanze durch Kreise, des jungen Stecklings durch Kreuze eingezeichnet. Die Pflanzen standen unter für beide Exemplare gleichmäßig schwankenden Außenbedingungen.

Zweige einer Pflanze reagieren also bezüglich der Ausgestaltung ihres Blütenmusters selbständig. Wie wir gleich hören werden, gilt das auch für jede einzelne Blüte.

Hat man eine Petunienpflanze unter abgeänderte Außenbedingungen gebracht, so treten die Blüten mit dem den neuen Bedingungen entsprechenden Muster nicht sofort auf, sondern erst nach einiger Zeit. Es wurde z. B. eine Pflanze des Klons 90, die bisher in einem sehr warmen, beschatteten Gewächshaus gestanden und hier Blüten vom mittleren Scheckungsgrad 3,5 gebildet hatte, in den Thermostaten bei 25° und 16000 Lux gesetzt. Sie bildete hier nun zunächst noch weiterhin Blüten gleicher Scheckungsgrade; erst nach 17 Tagen trat eine heller gescheckte Blüte auf; die folgenden waren dann noch heller, und erst vom 24. Tage an war das Maximum der Scheckung erreicht; alle von jetzt an erscheinenden Blüten hatten Scheckungszahlen um 8 herum. Das Muster wird also nicht durch die auf die bereits geöffneten oder in der Knospe schon weit entwickelten Blüten ausgeübten Temperatur- und Lichtreize bestimmt, sondern *muß offenbar in einer weit früheren Entwicklungsphase, die einige Wochen vor dem Aufblühen liegt, determiniert werden*; die auf die späteren Entwicklungsstadien der heranwachsenden Blüte einwirkenden Reize bleiben dann wirkungslos. Da bei einem Wechsel der Außenfaktoren *die Blüten mit dem neuen Muster nicht schlagartig auftreten*, sondern *durch Zwischenstufen mit denen des alten Musters verbunden* sind, muß augenscheinlich die *sensible Periode* der Knospen sich über längere Zeit erstrecken. Wirken während der gesamten Dauer der sensiblen Periode die gleichen Reize ein, so wird die Blüte das reine Muster, das dieser Konstellation der Außenfaktoren entspricht, ausbilden, sind die Bedingungen aber am Anfang des empfindlichen Stadiums andere als am Ende, so wird eine Mittelbildung im Muster entstehen müssen. Durch genaue Messungen der Knospen an Pflanzen, die mehrmals in neue Außenbedingungen gebracht wurden, und durch Beobachtungen des Musters der sich aus den protokollierten Knospen entwickelnden Blüten ergab sich, daß bei Klon 90 die *Knospen* bis zur Größe von etwa *1 mm noch nicht* auf den Temperatur- und Lichtreiz reagieren, daß dann das sensible Stadium einsetzt und bei einer äußeren Knospenlänge von *2—2,5 mm bereits wieder erlischt*; die Blütenblätter im Innern der Knospe haben in diesem Stadium eine Länge von nur etwa 0,3—1 mm. Bis zum Aufblühen wachsen die Knospen noch auf 40 und mehr Millimeter heran, *das sensible Stadium liegt also in einer sehr frühen Entwicklungsphase von nur wenigen Millimetern Größe.*

Die Differenzierung der einzelnen Teile der Blüte am Vegetationspunkt ist in diesem Stadium erst sehr wenig weit vorgeschritten (Fig. 13). Es kommt auch *während der sensiblen Periode noch durchaus nicht zur Ausbildung des Musters*, sondern

die Anthozyanbildung setzt erst in einem Knospenstadium ein, das bei gleicher Vergrößerung wie die Fig. 13 etwa 60—70 cm Länge haben würde. Selbst die ersten chemisch nachweisbaren Vorstufen des Anthozyans, Flavonole, treten frühestens bei 4 mm langen Blütenblättern auf (äußere Knospenlänge in diesem Stadium 8—10 mm).

Fig. 13. Petunia, Längsschnitt durch eine Blüte im sensiblen Stadium. Von innen nach außen: Fruchtknotenanlage, Staubblätter, Kronblätter, Kelchblätter (an der Spitze zusammenneigend). (Phot. v. Witsch.)

Die *zeitliche Dauer der Sensibilität* war stark von den Außenbedingungen, besonders der Temperatur, abhängig. Wurden Petunien aus dem Freiland in ein beschattetes Gewächshaus von 30—35° gebracht, so genügte bereits ein Aufenthalt von 1—2 Tagen, um einige Wochen später *einige* rein violette Blüten entstehen zu lassen; die Mehrzahl der Blüten war dagegen noch gescheckt. Daraus ist zu folgern, daß diejenigen Knospen, die sich später zu einfarbig violetten Blüten entwickelten, ihre gesamte sensible Periode innerhalb der Expositionszeit durchgemacht hatten und weder vor der Übertragung der Pflanze in das heiße Gewächshaus, noch nach ihrer Rückversetzung ins Freiland eine Determination empfangen haben können, während die gescheckten Blüten entweder vor oder auch nach der Exposition den Freilandreiz aufgenommen haben müssen. Die sensible Periode kann unter den herrschenden Verhältnissen also *schon 1—2 Tage* nach ihrem Beginn wieder erloschen sein. Bei Durchführung des umgekehrten Versuches, d. h. vorübergehende Übertragung von Pflanzen aus dem warmen Gewächshaus in eine kühlere und hellere Umgebung, *genügten selbst 9 Tage* Aufenthalt in dem Zwischenmilieu *noch nicht*, um Blüten mit dem den Freilandbedingungen voll entsprechenden Muster hervorzubringen. Die sich entwickelnden Blüten waren zwar nicht einfarbig violett, sondern gescheckt, aber der Scheckungsgrad war niedriger als bei dauerndem Aufenthalt im Freiland. Keine der Knospen machte also im Freiland ihre volle sensible Periode innerhalb von 9 Tagen durch. Das hängt offenbar damit zusammen, daß das Wachstum in niedriger Temperatur wesentlich langsamer ist als in hoher; die Knospen, die bei der Übertragung in die niedrige Temperatur gerade am Anfang ihrer sensiblen Periode standen, befanden sich daher bei der Rückversetzung in die hohe Temperatur immer noch in einer sensiblen Größe. Zu der Determination während des Freilandaufenthaltes trat daher noch eine weitere Determination durch die anschließende hohe Temperatur hinzu, wodurch die Scheckung verringert wurde. *Die Sensibilität ist also an ein bestimmtes Größenstadium der Knospe geknüpft; ihre Dauer hängt von der Geschwindigkeit ab, mit der dieses sensible Größenstadium durchwachsen wird.*

Interessanterweise wird während der sensiblen Periode nur festgelegt, welche Teile der Blüte farbstoffhaltig und welche farbstofffrei sein sollen, über die *Intensität* der Färbung wird dagegen erst später entschieden, zum Teil sogar noch während des Sichöffnens der Blüten. Temperatur und Lichtintensität wirken auf die Farbintensität aber in entgegengesetztem Sinne wie auf die Färbung des ganzen Organs: während bei letzterem niedere Temperatur, kombiniert mit starkem Licht, auf Verkleinerung der gefärbten Areale hinwirken, ruft diese Kombination innerhalb der gefärbten Blütenteile gerade eine Verstärkung der Farbintensität, also eine stärkere Anreicherung des Anthozyans, hervor; in schwachem Licht und hoher Temperatur wird dagegen nur relativ wenig Anthozyan in den Zellen der farbigen Musterareale gebildet, so daß eine matte Färbung entsteht. Allerdings sind die Unterschiede in der Farbintensität bei weitem nicht so auffällig wie die durch die Musterabwandlung hervorgerufenen Änderungen.

Auch *bei anderen Objekten* ließ sich das Vorhandensein einer sensiblen Periode nachweisen. So bei *Mimulus*, wo sie aber viel näher am Aufblühtermin lag als bei *Petunia*. Wurden Mimuluspflanzen in eine Temperatur von 30° gebracht (bei *Mimulus* wie bei allen anderen von uns untersuchten Objekten außer *Petunia* ist nur die Temperatur, nicht auch die Lichtintensität maßgeblich für das Blütenmuster), so traten schon nach 4 Tagen stark aufgehellte Blüten, nach 5 Tagen schon solche mit maximal reduzierten Tupfen auf. Entsprechend dem raschen Erscheinen „ungemusterter" Blüten befanden sich verhältnismäßig große Knospen noch in der sensiblen Phase. Während bei *Petunia* Knospen von 3 mm Länge schon nicht mehr beeinflußt werden konnten, waren bei *Mimulus* die Knospen von 8 mm Länge, in einigen Fällen sogar solche von 12 mm noch sensibel; auch der Anfang der Sensibilität lag bei einer wesentlich größeren Knospenlänge als bei *Petunia*. Auch bei Primeln (*Primula sinensis* nach BAUR, *P. malacoides* nach MARHEINEKE) lag die sensible Periode relativ nahe am Öffnungstermin der Blüten, nämlich 5—6 Tage davor, während bei *Calliopsis bicolor* die Verhältnisse ähnlich denen bei *Petunia* sind; die sensible Knospengröße war hier 1,5—6 mm, wurde bei 30° in 2 Tagen durchwachsen und lag etwa 14 Tage vor der Entfaltung der Blüten (MARHEINEKE).

Eine außerordentlich viel längere sensible Periode als die bisher genannten Objekte hat *Dahlia variabilis*. Bei unserem Klon VIII traten die Knospen der Blütenköpfchen bei einer Länge von 0,5 cm in das kritische Stadium ein, die Sensibilität erlosch mit einer Größe von etwa 1,5 cm. Der Beginn der sensiblen Phase lag etwa 1 Monat vor dem Aufblühen, und sie wurde erst in etwa

20 Tagen durchwachsen. Herrschte während dieser ganzen Zeit niedrige Temperatur, so wurden die Blüten gelb, war die Temperatur hoch, so wurden die Blüten durch starke Anthozyanbildung, die den gelben Farbton völlig überdeckte, rot. Wurde dagegen die sensible Periode teils in niedriger, teils in hoher Temperatur durchwachsen, so ergaben sich bräunliche Mischtöne, die um so mehr nach Gelb lagen, je längere Zeit die niedere Temperatur geherrscht hatte, und um so mehr nach Rot, je länger die hohe Temperatur zur Wirkung gekommen war.

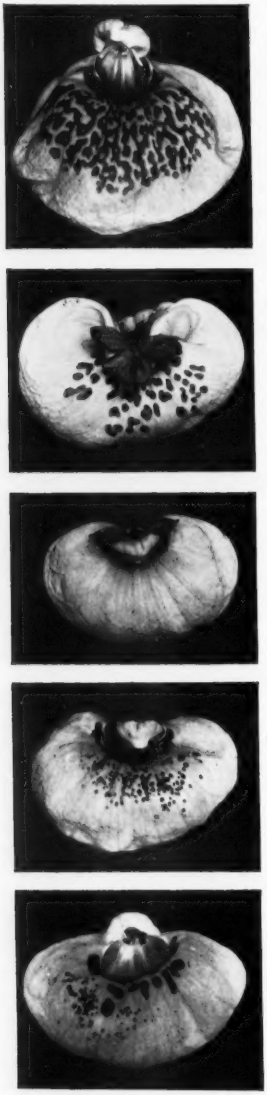

Fig. 14. Calceolaria hybrida. Oberste Blüte: fast die ganze sensible Periode in niederer Temperatur; zweite: Anfang der sens. Per. in niederer, Ende in hoher Temperatur; dritte: ganze sens. Per. in hoher Temperatur; vierte: Anfang der sens. Per. in hoher, Ende in niederer Temperatur; unterste Blüte: Anfang der sens. Per. in niederer Temperatur, mittlerer Teil in hoher, Ende wieder in niederer Temperatur. (Phot. Floren.)

Wir haben vorstehend wiederholt festgestellt, daß „Zwischenmuster" auftreten, wenn verschiedene Außenfaktoren, z. B. hohe und niedrige Temperatur, nacheinander auf die sensible Phase einer Pflanze einwirken. Dabei ist es bei den bisher besprochenen Objekten für das resultierende Muster einerlei, ob die hohe Temperatur am Anfang und die niedere am Ende der sensiblen Periode zur Wirkung kommt oder ob es umgekehrt ist. Anders bei *Calceolaria* (FLOREN, unveröffentlicht). Bei den sog. „getigerten" Rassen der Pantoffelblume ist die Blütenoberseite ziemlich gleichmäßig und dicht von unter sich ungefähr gleich großen, zum Teil zu unregelmäßigen Linien miteinander verschmelzenden Anthozyantupfen bedeckt (Fig. 14, oberste Blüte). Dieses Muster tritt bei normaler Temperatur auf und wird während einer sensiblen Periode festgelegt. Steht die gesamte kritische Phase unter der Wirkung hoher Temperatur (35°), so unterbleibt die Tupfenbildung, und die Blüten werden rein gelb. Kommt nur das *Ende* der sensiblen Periode in die hohe Temperatur, so werden, je nach dessen Länge, mehr oder weniger Tupfen ausgebildet; sie sind an Zahl geringer als diejenigen, die unter dem Einfluß niedrigerer Temperatur entstehen, und die Abstände zwischen ihnen sind größer; der Einzeltupfen unterscheidet sich aber nicht wesentlich von einem unter normalen Verhältnissen gebildeten. Wenn dagegen der *Anfang* der kritischen Phase in die hohe und das Ende in die niedrige Temperatur kommt, wie es der Fall ist, wenn Pflanzen aus einem heißen Gewächshaus in ein normal temperiertes zurückversetzt werden, dann entfalten diese zwar auch wieder Blüten, die je nach der Wirkungsdauer der verschiedenen Temperaturen mehr oder weniger Tupfen tragen, aber diese Tupfen sehen anders aus als diejenigen, die sich bilden, wenn die Pflanzen vorher *nicht* in der Wärme gestanden haben. Sie sind nämlich sehr viel kleiner als die gewöhnlichen (Fig. 14, 2. Blüte von unten). Trotzdem treten sie unter Umständen, besonders wenn sie in sehr großer Zahl erscheinen, sehr nahe aneinander und zerfließen zu einer fast lückenlosen Fläche. Wir haben hier also den interessanten Fall, *daß der gleiche Reiz ein anderes Ergebnis herbeiführt, je nachdem ob er im ersten oder im zweiten Teil der sensiblen Periode einwirkt.* Nun kann man den Versuch natürlich auch so einrichten, daß die sensible Periode nicht etwa je zur Hälfte in verschiedene Bedingungen fällt, sondern daß die Reizung in 3 Stufen durchgeführt wird, z. B. so, daß zu Anfang der sensiblen Periode

kurze Zeit niedere Temperatur, dann längere Zeit hohe und zum Schluß wieder niedere Temperatur einwirkt. Dann werden die Blüten infolge der langen Einwirkung hoher Temperatur nur sehr wenig gemustert sein können, der Aufenthalt in der niederen Temperatur am Anfang und am Ende der sensilben Periode wird aber doch eine gewisse Tupfung bedingen müssen, und zwar ist zu erwarten, daß im Beginn der sensiblen Periode grobe, am Ende dagegen feine Tupfen determiniert werden, so daß die Blüte also *wenige*, aber *verschieden große* Tupfen tragen muß. Die untere Blüte in Fig. 14 zeigt, daß diese Erwartung im Experiment tatsächlich in Erfüllung geht.

Eine weitere interessante Eigentümlichkeit bei *Calceolaria* ist die, daß für verschiedene Teile des Musters die sensiblen Perioden sich nicht völlig decken. Die Calceolarien haben nicht nur auf der Oberseite des „Pantoffels" ein Muster — nur auf dieses beziehen sich unsere bisherigen Erörterungen —, sondern auch auf seiner Unterseite. Die Sensibilität für die Determinierung des Musters der Unterseite beginnt aber erst etwas später und erlischt bereits etwas früher als die für die Oberseite.

Über die *chemischen Vorgänge* in den Zellen bei der Farbmusteränderung liegen vorläufig erst wenige Untersuchungen vor. Bei *Hibiscus mutabilis* ist in den farblos sich öffnenden Blüten nach KUIJPER (1931) ein flavonartiger Farbstoff vorhanden, aus dem im Laufe des Tages Anthozyan entsteht. Diese Umwandlung wird, wie KUIJPER gezeigt hat, durch niedrige Temperatur (14°) verhindert. Diese Temperaturabhängigkeit des Prozesses konnten wir bestätigen (FLOREN, unveröffentlicht). Wir erhielten bei 5° selbst bei tagelanger Beobachtung niemals eine Färbung, bei 10° trat nach 30 Stunden als Endstadium ein schwaches Rosa auf, bei 15° wurde die Färbung in gleicher Zeit dunkler, aber erst bei 20° und mehr wurde reines Rot erreicht, und zwar bereits nach 10 Stunden. Besonders hohe Temperaturen wirkten dann aber wieder hemmend. So ging zwischen 35 und 40° die Färbung nicht mehr über Rosa hinaus und bei 40—45° kam es überhaupt kaum mehr zu einer Umfärbung. Auch Narkotika (Chloroform, Äther) und Sauerstoffentzug verhinderten die Rötung. Auch bei der Stiefmütterchensorte „Föhn" findet nach FLOREN eine Umwandlung von farblosen flavonartigen Stoffen in Anthozyan statt, wobei sich auch hier die Umwandlung als temperaturabhängig erwiesen hat.

Verhältnismäßig eingehend ist die chemische Grundlage der Blütenscheckung bei *Petunia* durch meine Mitarbeiter INGE STÖRMER und HANS VON WITSCH untersucht worden (1937). Wie oben mitgeteilt wurde, treten die weißen Scheckungsareale der Petunienblüten nur bei niederer Temperatur auf, verschwinden aber bei hoher. Unter Berücksichtigung der eben besprochenen temperaturabhängigen Umwandlung von Flavonen in Anthozyan bei *Hibiscus* und *Viola* liegt es nahe, anzunehmen, daß in den ungefärbt bleibenden Musterteilen der Petunienblüte ebenfalls solche Chromogene vorlägen. Das ist aber nicht der Fall, sondern die weißen Areale erwiesen sich als völlig frei von Flavonolen oder anderen flavonartigen Substanzen. In den *nicht*weißen Musterregionen ließ sich dagegen, und zwar an jungen Knospen, die noch keinen Farbstoff ausgebildet hatten, Flavonol mit Sicherheit nachweisen. Zur Zeit der sensiblen Periode war es noch nicht vorhanden, bald nach deren Ende trat es dagegen in Kronblättern von 4 mm Länge zuerst auf, nahm an Menge steigend zu bis zur Kronblattlänge von 20 mm, um mit der nun einsetzenden Anthozyanbildung wieder allmählich zurückzugehen, bis es bei den voll ausgefärbten Kronblättern völlig verschwunden war.

Es besteht also ein grundsätzlicher Unterschied zwischen den Zellen in den weißen Strahlen der

a *b* *c*

Fig. 15. Petunia. Blüte mit Flavonscheckung. *a*) im Tageslicht, *b*) in schwachem ultraviolettem Licht (Bogenlampe), *c*) in starkem ultraviolettem Licht. (Phot. v. Witsch.)

Petunien und den noch farblosen Zellen in den jungen *Hibiscus*- und „Föhn"-Blüten; diese enthalten die farblosen Vorstufen des Anthozyans, erstere sind von jeglichen Chromogenen frei. Auch Leuko-Anthozyanin, das außer Flavonol als farblose Vorstufe für das Anthozyan in Betracht kommt — und, nebenbei bemerkt, auch in den Petunienblüten, und zwar in den Antheren, enthalten ist — ist in den weißen Musterstrahlen nicht vorhanden.

Die Umwandlung des Chromogens in Anthozyan ist, wie die genetische Untersuchung ergeben hat, bei Petunia an ein bestimmtes Gen gebunden (v. WITSCH, 1936, STÖRMER und v. WITSCH, 1937). Fehlt dieses, so entwickeln sich die flavonartigen Vorstufen nicht weiter, die Blüten sind dann nicht violett, sondern nur sehr schwach gelblichgrün gefärbt. Das Lichtabsorptionsvermögen dieser Farbstoffe liegt ganz im Ultraviolett, sie sind daher im natürlichen Licht nur sehr schwer zu erkennen, werden aber sofort sehr deutlich, wenn man sie in ultraviolettem Licht betrachtet. Fig. 15 zeigt ein und dieselbe Blüte in natürlichem Tageslicht, schwachem ultraviolettem (Bogenlampe) und starkem ultraviolettem Licht. Die flavonartigen Vorstufen des Anthozyans treten übrigens in den Kronblättern in genau der gleichen Musteranordnung auf wie das Anthozyan, und das durch sie

gebildete, nur schwer sichtbare, also fast verborgene Muster ist in seiner Ausgestaltung durch Außenfaktoren ebenso beeinflußbar wie die Blau-Weiß-Scheckung. Die die Musterung bedingenden Erbfaktoren (die Erbanalyse hat ergeben, daß eine ganze Anzahl von Faktoren daran beteiligt ist) sind also unabhängig von der Anthozyanbildung.

Alle unsere Versuche, den „Organisatorstoff" für diese Vorgänge zu erfassen, sind bisher gescheitert. Wir haben aus bestimmten Musterstufen, bzw. Frühstadien derselben, Extrakte hergestellt und uns bemüht, diese auf andere Exemplare zu übertragen. In einigen Fällen war damit auch ein Erfolg verbunden (z. B. bei *Primula malacoides*, wo weißblühende Pflanzen durch einseitige Zufuhr von Extrakten aus violettblühenden an ihren Kronblättern regional beschränkte schwach violette Tönungen bekamen), aber er kann noch keineswegs als statistisch gesichert gelten. Die Wahrscheinlichkeit des Erfolges ist auch wegen mannigfaltiger Schwierigkeiten nur gering. Sie liegen hauptsächlich auf zwei Gebieten: einerseits laufen die entscheidenden Prozesse auf sehr kleinem Raum in den frühen Knospenstadien ab, also in äußerst zarten und empfindlichen Geweben; andererseits vollziehen sich auch ihre Anfänge ausschließlich nur hier, und es werden nicht etwa Stoffe von anderen Teilen der Pflanzen herzugeleitet. Aus gewissen Versuchen glaubten wir eine Zeitlang zu der letzteren Annahme berechtigt zu sein, wir haben diese Vorstellung aber später wieder aufgeben müssen. Es führen daher auch operative Eingriffe (Einschnitte oder sonstige Zerstörungen) am Zuleitungsgewebe zu den jungen Kronblättern der Petunien in keiner Weise zu einer Verhinderung der Musterausbildung. Dagegen kann lokale Lichtreizung auf kleinstem Raum in jugendlichsten Stadien, wie sie v. WITSCH (1937) in sehr seltenen Fällen mit einer Lichtsonde geglückt ist, die er in allerjüngste Knospen einseitig wirkend eingeführt hat, zu einer Umgestaltung des Musters auf einem *einzelnen* Kronblatt führen. Es sind also offenbar die Zellkomplexe in den jugendlichen Kronblättern selbst, die während der sensiblen Periode die Reize aufnehmen. Es ist naturgemäß außerordentlich schwierig, an diese höchst empfindlichen Gewebe chemische Extrakte heran- und in sie hineinzubringen, ohne sie dabei gründlichst zu schädigen.

Die dargelegten Befunde über die Entwicklungsphysiologie der Blütenscheckung gewinnen ein besonderes Interesse noch dadurch, daß bei ihnen vielerlei Parallelen zur Entwicklungsphysiologie von tierischer Musterbildung, nämlich der auf den Schmetterlingsflügeln, vorhanden sind (KÜHN, HENKE, SÜFFERT u. a.). Die Temperaturabhängigkeit, die Festlegung des Musters in einer kurzdauernden sensiblen Periode, die Lage dieser Periode in ganz frühen Entwicklungsstadien, das Vorhandensein verschiedener sensibler Perioden für die einzelnen Teilerscheinungen, deren Summe erst das Gesamtbild ergibt, der unterschiedliche Effekt, je nachdem, in welchen Teil der sensiblen Periode der Reiz fällt — alles das sind Erscheinungen, die den Schmetterlingsflügeln und den gescheckten Blüten gemeinsam sind.

Literatur:

E. BAUR, Einführung in die Vererbungslehre. 7. bis 11. Aufl. Berlin 1930. — E. BERGDOLT, Morphologische und physiologische Untersuchungen über Viola. Jena 1932. — R. HARDER, Nachr. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-physik. Kl., Fachgr. VI Biol., N. F. **1**, Nr 2 (1934). — R. HARDER u. B. DÖRING, Nachr. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-physik. Kl., Fachgr. VI Biol., N. F. **2**, Nr 4 (1935). — R. HARDER u. J. MARHEINEKE, Nachr. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-physik. Kl., Fachgr. VI Biol., N. F. **2**, Nr 5 (1935). — J. KUIJPER, Rec. Trav. bot. néerl. **28** (1931). — J. MARHEINEKE, Jb. Bot. **83** (1936). — TH. SCHMUCKER, Beih. Bot. Zbl. Abt. A **53** (1935). — H. SCHRÖDER, Jb. Bot. **79** (1934). — I. STÖRMER u. H. v. WITSCH, Planta **27** (1937). — H. v. WITSCH, Nachr. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-physik. Kl., Fachgr. VI Biol., N. F. **2**, Nr 12 (1936).

Kurze Originalmitteilungen.

Für die kurzen Originalmitteilungen ist ausschließlich der Verfasser verantwortlich.

Die Entstehung der polyploiden somatischen Zellkerne bei Heteropteren durch wiederholte Chromosomenteilung ohne Spindelbildung und Kernteilung.

Daß die Kerne in den verschiedenen Geweben eines Tieres verschiedene und oft bezeichnende Größe besitzen, ist eine lange bekannte Tatsache; eine Erklärung konnte bis vor kurzem nicht gegeben werden. Es ließ sich nunmehr für eine Wanze, den Wasserläufer *Gerris* (*Limnotrechus*) *lateralis* zeigen, daß die Größenunterschiede abgesehen von modifizierenden Nebenumständen grundsätzlich auf verschieden hoher Polyploidie, d. i. einer verschiedenen Anzahl der den Kern aufbauenden Chromosomensätzen beruhen: je nach der Gewebeart treten diploide (mit zwei Chromosomensätzen), tetraploide (mit 4 Sätzen), oktoploide Kerne usw., im äußersten Fall — in der Speicheldrüse — solche mit 1028 und vielleicht auch 2048 Chromosomensätzen auf[1, 2]. Der Beweis läßt sich dadurch erbringen, daß das große, somatisch heterochromatische Geschlechtschromosom und die Autosomen in den Ruhekernen distinkt erhalten bleiben; in niedrig polyploiden Kernen lassen sich die Chromosomen unmittelbar zählen, in hochpolyploiden zeigt die Zahl der Geschlechtschromosomen die Zahl der Chromosomensätze an.

Grundsätzlich der gleiche, für die Somadifferenzierung wesentliche Kernbau ließ sich seither auch bei anderen Wanzen feststellen, und zwar bei 2 Corixiden, 2 Gerriden, 1 Veliide, 1 Pyrrhocoride, 1 Lygaeide, 1 Coreide, 3 Capsiden, 7 Pentatomiden (Scutellerinen, Pentatominen, Asopinen), also im ganzen bei 18 Arten verschiedener systematischer Stellung. Die Verhältnisse sind allerdings meist unübersichtlicher als bei *Gerris lateralis*, da die Geschlechtschromosomen nicht wie dort distinkt erhalten bleiben und als Marken verwendet werden können; es bilden vielmehr bei den Arten mit X- und Y-Chromosomen (*Gerris* folgt dem X-O-Typus) diese im ♂-Soma ein Sammelchromozentrum, während die X-Chromosomen im ♀-Soma zwar getrennt erhalten bleiben, aber infolge ihrer Kleinheit bzw. fehlenden somatischen Heterochromasie nicht erkennbar sind. Eine sichere Deutung dieses Verhaltens steht noch aus; wie immer sie aber ausfallen mag, das allgemeine Bauprinzip der Heteropterenkerne ist endgültig geklärt.

Von allgemeinstem Interesse ist nun die Frage, *wie die Polyploidie entsteht.* Die anfänglich auf Grund des Vorkommens polyploider Mitosen und anderer Anzeichen gegebene

[1] GEITLER, Z. Zellforsch. **26** (1937).
[2] GEITLER, Biol. Zbl. **58** (1938).

Deutung[1], derzufolge Restitutionskernbildung angenommen wurde, war nicht mehr mit dem Auffinden hochpoyploider Riesenkerne vereinbar[2]. Nunmehr hat die Untersuchung der *Larvenentwicklung* von *Gerris lateralis* eindeutig ergeben, daß die wachsenden Kerne durch *wiederholte synchrone Teilung ihrer Chromosomen ohne Spindelbildung und ohne Gesamtteilung des Kernes* ihren Chromosomenbestand vervielfältigen (bisher beobachtet an den Kernen der Hodensepten, der MALPIGHIschen Gefäße und des Fettgewebes). Jedes Chromosom bzw. Chromozentrum des Ruhekernes durchläuft dabei einen prophaseartigen Zustand, erfährt also eine spiremartige Verlängerung und eine Längsspaltung; die Tochterchromosomen (Chromatiden) weichen dann parallel auseinander, wobei sie

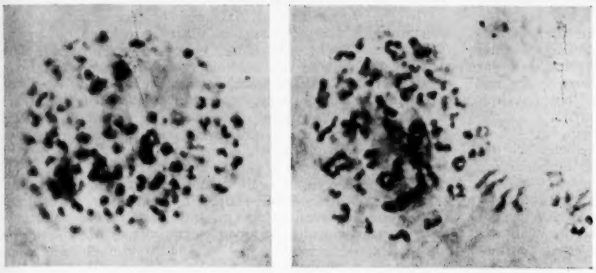

Fig. 1. Kerne aus den Hodensepten von *Gerris lateralis*, IV. Larvenstadium. Links: Ruhe-(Interphase-)kern mit 4 X-Chromosomen und 80 Autosomen; rechts: ebensolcher Kern gegen Ende der inneren Teilung; man erkennt die Chromatidenpaare; rechts sind einige bei der Präparation aus dem Kern ausgedrückt worden; von den 4 gespaltenen X-Chromosomen sind nur 2 (in und unterhalb der Mitte) in der Einstellebene gelegen. Photo, nach Alk.-Eisessig, Essigkarmin, etwa 1330fach.

zunächst noch mit den Enden aneinander hängenbleiben können; schließlich trennen sie sich unter Annahme der Ruhestruktur vollständig, bleiben aber noch lange Zeit nebeneinander liegen.

Dieser Vorgang stellt also eine „innere Kernteilung" dar, wie sie, allerdings in ganz anderer Ausbildung, neuerdings für die Riesenkerne der Dipterenlarven erschlossen wurde[3]. Im Fall von *Gerris* läßt sich der Ablauf unmittelbar *sehen*, da somatische Paarung, welche die Verhältnisse bei den Dipteren kompliziert, fehlt. Damit erscheint das echte Kernwachstum im Zuge der Somadifferenzierung grundsätzlich analysiert.

Belege und nähere Auswertung bleiben der ausführlichen Mitteilung vorbehalten. Es sei hier nur kurz darauf hingewiesen, daß der Vorgang der inneren Chromosomenteilung zeigt, daß die Trennung der Tochterchromatiden autonom oder zumindest unabhängig von einem Spindelmechanismus erfolgen kann.

Wien, Botanisches Institut der Universität, den 18. Oktober 1938. LOTHAR GEITLER.

Zur Kenntnis des Phosphatkreislaufes in Seen.

Der natürliche Kreislauf des Phosphors hat bisher im Schrifttum kaum Beachtung gefunden. Im Vergleich mit dem Kohlenstoff, dem Schwefel, dem Stickstoff müssen die Verhältnisse relativ einfach liegen. Da sowohl im Organismus wie im natürlichen Nährsubstrat der Pflanze der Phosphor im wesentlichen nur in ein und derselben Wertigkeitsstufe vorliegt, nämlich als PO_4^{+++}, so läßt sich der Phosphatkreislauf durch das einfache Schema:

„organisch gebundene Phosphorsäure $\rightleftharpoons$ anorganische Phosphorsäure"

wiedergeben. Es muß also die im Organismus organisch, vorwiegend in Esterbindungen vorliegende Orthophosphorsäure nach dem Tode des Lebewesens wieder in die ionogene „anorganische" Form übergeführt werden, um neuerdings als Ausgangsmaterial für den aufbauenden Stoffwechsel dienen zu können.

Eine rasche und vollkommene Mineralisierung der organisch gebundenen Phosphorsäure ist nun insbesondere für die limnische Produktionsbiologie von ausschlaggebender Bedeutung. Es ist bekannt, daß dem Phosphat vor allem in Seen des oligotrophen Typus die ausgesprochene Rolle des produktionsbegrenzenden Minimumfaktors zufällt. H. J. ELSTER und W. EINSELE fordern für den Obersee des Bodensees geradezu die Existenz eines „intrabiocönotischen" Phosphatkreislaufes, d. h. ein Phosphatmolekül muß mehrmals im Jahre „seinen Besitzer wechseln". Nur unter dieser Annahme ist die tatsächliche Höhe der Organismenproduktion im See zu erklären, wenn man im Gegensatz dazu die bescheidenen Phosphatvorräte in Rechnung setzt. Denn das freie Phosphat liegt im Obersee immer unter der Nachweisbarkeitsgrenze (~ 0,1 mg/cbm). Was an Phosphat frei wird, findet offenbar sehr rasch seinen Weg wieder in den Organismus.

Diese Tatsache setzt nun aber sichtlich eine außerordentliche „Flüssigkeit" des Phosphatkreislaufes voraus. Das organische P des absterbenden Organismus muß sehr rasch in anorganischer Form abgespalten werden, sicher noch ehe der tote Organismus ins Hypolimnion abgesunken ist, aus dem erst in der herbstlichen Vollzirkulation die obere produzierende Wasserschicht ihren Nährstoffvorrat ergänzen könnte.

Über die Dynamik dieser Phosphatabspaltung waren nicht einmal Anhaltspunkte vorhanden. Im Zuge limnobakteriologischer Untersuchungen suchten wir zuerst nach Mikroorganismen, deren Tätigkeit hier Aufschluß geben könnte. Diese Studien über den bakteriellen Abbau organischer Phosphate führten zu bemerkenswerten Ergebnissen, über die wir bald an anderer Stelle berichten werden. Es zeigte sich aber, daß ein zweiter Faktor, die postmortale enzymatische Freisetzung von anorganischem Phosphat, die Dynamik des Phosphatumsatzes im See wesentlich beherrscht.

Wird eine angereicherte Aufschwemmung von Plankton durch Zusatz von Toluol oder von Chloroform abgetötet, so tritt nach kurzer Zeit anorganisches Phosphat in der Lösung auf. Seine Menge wechselt. Sie erreicht innerhalb von 2 bis 3 Tagen 30—90 %, also auf alle Fälle einen beachtlichen Hundertsatz des Gesamtphosphates.

Von dem zeitlichen Ablauf dieses Vorganges möge die nachstehende Zahlenreihe eine Vorstellung geben:

Grobes Zooplankton des Obersees, 21. III. 1938. t = 10—12°, Toluolzusatz, Gesamt-P = 49,0 γ/ccm.

Zeit	Anorg. P in % des Gesamt-P
0 Min.	0,49
10 „	3,9
20 „	8,0
30 „	12,0
1 Std. 30 „	25
3 „ 30 „	29
21 „ 40 „	58
46 „ 40 „	82

Im Parallelversuch mit abgekochtem Plankton bleibt die Phosphatabspaltung mit rund 10 % in einem viel bescheideneren Ausmaße, besonders dann, wenn für eine rasche Erreichung einer Temperatur von wenigstens 70° beim Abkochen Sorge getragen wird. Diese mit allen Planktonproben, gleichgültig ob vorwiegend pflanzlicher oder tierischer Zusammensetzung, grundsätzlich stets wiederholbaren Ergebnissen legen die Annahme nahe, daß es sich dabei um eine sehr wirksame Tätigkeit der planktoneigenen Phosphatasen handeln müsse.

Daß diese Annahme tatsächlich richtig ist, läßt sich durch Beigabe zusätzlicher Substrate aus der Reihe organischer

[1] Siehe Fußnote 1 auf vorstehender Seite.
[2] Siehe Fußnote 2 auf vorstehender Seite.
[3] Lit. bei BAUER, Fortschr. Zool. 1 (1937), und GEITLER, Protopl.-Monogr. 14 (1938).

P-Verbindungen zeigen. So wurden z. B. nach 109stündiger Versuchsdauer erhalten:

Grobes Zooplankton des Obersees, 7. V. 1938, Chloroform-Zusatz.

4 Teile	1 Teil	γ anorg. P./ccm
Plankton	+ Wasser	7,2
„	+ Glycerinphosphorsaures Ca (1%)	17,4
„	+ Fruktose-di-phosphors. Ca (1%)	22,2
„	+ Phytin (1%)	10,3
„	+ Nucleinsaures Na (1%)	22,2

Die Zusätze wurden zu 1 Teil (Lösung 1%) auf 4 Teile Plankton gegeben. Die Zahlen sind Reinwerte nach Abzug des meist sehr kleinen Blindwertes der reinen Lösung. Gekochtes Plankton spaltet erwartungsgemäß die genannten organischen Phosphate überhaupt nicht. Solches Plankton kann aber selbstverständlich als Substrat für die Enzymwirkung von Plankton verwendet werden, das unter Schonung seiner Enzyme abgetötet wurde. So kann Plankton der letzteren Art noch mindestens aus der vierfachen Menge von Kochplankton den gleichen Hundertsatz an Phosphat freisetzen, der aus jenem allein ohne Zusatz austritt.

Gleichzeitig mit dem Auftreten anorganischen Phosphats in der Lösung läßt sich auch ein Herauswandern der wirksamen Enzyme feststellen. Ursprünglich befinden sich diese selbstverständlich ausschließlich im Körper der Organismen. Schon nach 10 Minuten erreicht die Spaltungskraft des Filtrates für organische Phosphate etwa 80% von der des Filterrückstandes, und nach 26 Stunden erwies sich die Enzymwirksamkeit im Filtrat der in der Planktonmasse um 150—520% (je nach Substrat) überlegen.

Sehr wichtig ist weiterhin die Frage, ob unsere, an verhältnismäßig sehr dichten Planktonaufschwemmungen erhaltenen Befunde auf die Verhältnisse im See mit sehr viel geringeren Organismenzahlen je Raumeinheit extrapoliert werden dürfen. Nach Vergleich der Spaltungszahlen, die mit Aufschwemmungen wechselnder Dichte und mit Verdünnungsreihen in einem Bereich von 1:1 bis 1:1000 erhalten wurden, darf diese Frage unbedenklich bejaht werden. Es scheint sogar sicher, daß in unseren Versuchen bereits die bekannte Hemmung der Phosphatasewirkung durch das freigesetzte Phosphat merkbar wird und demnach in dünnen Suspensionen die Spaltung rascher und vollständiger verläuft als in dichten.

Die Beobachtung des Austritts von Phosphatasen aus abgetöteten Planktonorganismen legte schließlich den Gedanken nahe, daß auch im freien Wasser relativ planktonreicher Tiefenstufen selbst nach Entfernung der Organismen eine Phosphatasewirksamkeit vorhanden sein könnte. Das scheint tatsächlich der Fall zu sein.

Die hier kurz mitgeteilten Ergebnisse sind bei näherem Zusehen keineswegs überraschend. Enzymatische Phosphorylierung und Dephosphorylierung spielen an vielen Stellen des Stoffwechselgeschehens eine sehr wichtige Rolle. Das Weiterwirken der wohl keinem Lebewesen fehlenden Phosphatasen im postmortalen autolytischen Zerfall darf also nicht wundernehmen.

Trotzdem glauben wir aus den Ergebnissen unserer Versuche zwei wichtige Schlußfolgerungen ziehen zu dürfen:

Erstens wurde gezeigt, daß auch bei Ausschaltung jeder Wirksamkeit von abbauenden Mikroorganismen ein großer Teil des im Plankton organisch gebundenen Phosphats nach dem Absterben der Organismen rasch in die anorganische, für neuerliche Aufnahme und Assimilation bereite Form zurückkehrt. Damit erweist sich zumindest für den limnischen Kreislauf des Phosphors ein Faktor als wirksam, welcher bisher überhaupt kaum, geschweige denn in seiner mengenmäßigen Bedeutung richtig eingeschätzt wurde. Aus einigen Versuchen wissen wir übrigens, daß auch für den Kreislauf des Stickstoffes, wenn auch wahrscheinlich in untergeordnetem Maße, ähnliche Erscheinungen eine Rolle spielen.

Zweitens scheint mit unseren Befunden über die rasche und sozusagen automatische Remineralisierung des Phosphates ein Schlüssel für das Verständnis der einleitend angedeuteten produktionsbiologischen Erscheinungen im See gegeben zu sein.

Eine ausführliche Darstellung unserer Versuche wird demnächst an anderer Stelle gebracht werden, ein weiterer Ausbau derselben ist im Gange.

Der deutschen Forschungsgemeinschaft, der Vereinigung von Freunden der T.H. Stuttgart und der Württ. Gesellschaft der Wissenschaften sei für Unterstützung unserer Untersuchungen verbindlichst gedankt.

Stuttgart, Botanisches Institut der Technischen Hochschule, und Langenargen am Bodensee, Institut für Seenforschung der Kaiser Wilhelm-Gesellschaft, den 19. Oktober 1938. Maximilian Steiner.

Besprechungen.

Handbuch der Lichttechnik. Herausgegeben von Rudolf Sewig. 1. Teil: Grundlagen, Lichtquellen, Lichtmessung, Baustoffe. 2. Teil: Beleuchtungstechnik. Berlin: Julius Springer 1938. XXVI, 1056 S., 1204 Abbild. und 59 Tabellen im Anhang. 17 cm × 25 cm. Preis geh. RM 123.—, geb. RM 129.—.

Von der enormen Bedeutung, die die Lichttechnik für unser modernes Kulturleben besitzt, erhält man einen Begriff, wenn man das Inhaltsverzeichnis des vorliegenden Werkes durchblättert. Um so erstaunlicher ist es, daß über dieses so überaus wichtige Gebiet keine moderne zusammenfassende Darstellung vorlag, und es ist außerordentlich erfreulich, daß diese Lücke nun ausgefüllt ist, die für jeden auf dem Gebiete der Lichttechnik Tätigen fühlbar war.

Dem Herausgeber, welcher selbst einige wichtige Kapitel des Buches bearbeitet hat, ist es gelungen, vorzügliche Mitarbeiter zu gewinnen, die auf dem von ihnen bearbeiteten Gebiet zum größten Teil selbst forschend tätig sind und als Mitarbeiter großer Industriewerke Anteil an der modernsten Entwicklung haben.

Besonders eingehend sind die physikalischen und die physiologischen Grundlagen der Lichttechnik behandelt, und auch Konstruktion und Projektierung von Leuchten und Beleuchtungsanlagen haben eine weitgehende Berücksichtigung erfahren. Besonders dies ist außerordentlich zu begrüßen, da gerade auf dem Gebiete der Lichttechnik noch vielfach reine Empirie vorherrscht und technisch-wissenschaftliche Methoden nur wenig angewendet werden. Diesen letzteren eine größere Anwendung und Verbreitung zu ermöglichen, wird das Buch wesentlich beitragen.

Daß bei der großen Zahl von Mitarbeitern — es werden 41 genannt —, die sich aus der Vielseitigkeit der Aufgaben, die heute der Lichttechnik gestellt werden, erklärt, gelegentliche Überschneidungen vorkommen, ist verständlich. Sie sind jedoch nirgends störend, sondern tragen zur Abrundung des in den einzelnen Kapiteln dargestellten Stoffes wesentlich bei.

Über den Inhalt des Werkes gibt nachstehende Zusammenstellung einen Überblick.

A. Einleitung: Geschichte, wissenschaftliche Grundlagen, lichttechnische Einheiten.

B. Lichtquellen: physikalische Grundlagen, Tageslicht, Glühlampen, Kohlebogenlampen, Glimmlampen, Gasentladungslampen usw.

C. Lichtmessung: visuelle und objektive Photometrie, Photometer, Photometer für photographische Zwecke, zeichnerische und rechnerische Hilfsmittel für die Auswertung photometrischer Messungen.

D. Lichttechnische Baustoffe.

E. Entwurf von Eigenschaften von Leuchten: Einteilung und Wirtschaftlichkeit. Leuchten für verschiedene Zwecke.

F. Entwurf von Beleuchtungsanlagen: physiologische Grundlagen, Tageslicht und künstliche Beleuchtung, Strom- und Gasversorgung.

G. Raumbeleuchtung: Beleuchtung von Arbeits- und Wohnräumen, dekorative Beleuchtung, Bühnenbeleuchtung usw.

H. Lichtreklame.

I. Verkehrsbeleuchtung: Beleuchtung von Straßen; Licht am Fahrzeug; Verkehrssignale; Lichttechnik im Eisenbahnbetrieb; Schiffahrt und Luftverkehr; Rückstrahler; Gesetzliche Bestimmungen.

K. Lichttherapie.

Ergänzt wird der bearbeitete Stoff durch sehr wertvolles Tabellenmaterial.

Das Buch, dessen ausgezeichnete Ausstattung durch den Verlag noch besonders hervorzuheben ist, wird sicher für jeden auf dem Gebiet der Lichttechnik und verwandten Gebieten Lernenden und Arbeitenden ein unentbehrliches Hilfsmittel werden.

H. FRIESER, Dresden.

LOTZE, FRANZ, **Steinsalz und Kalisalze.** Geologie. (Die wichtigsten Lagerstätten der *Nicht-Erze*, Band III, Teil I.) Berlin: Gebrüder Borntträger 1938. XXVI, 936 S. und 353 Abbild. 18 cm × 26 cm. Preis RM 84.—, geb. RM 87.60.

Die große Zeit der wissenschaftlichen Untersuchungen der Salzlagerstätten und ihrer Bildungsvorgänge waren die anderthalb Jahrzehnte vor dem Weltkrieg. Damals kamen die bewundernswürdigen Arbeiten von VAN T'HOFF und seinen Mitarbeitern „Zur Bildung der ozeanischen Salzablagerungen", da gründete der Leipziger Mineraloge FR. RINNE den Verband zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Kalisalzlagerstätten, da bemühten sich Physiker und Geologen von Weltruf wie SV. ARRHENIUS und H. STILLE um die Lösung so erstaunlicher Erscheinungsformen aus dem tektonisch-petrographisch-physikalischen Grenzgebiete, wie sie der Salzauftrieb und die Salzdome darboten. Die damalige Monopolstellung der deutschen Kaliindustrie und ihre großzügige Einstellung und Aufgeschlossenheit allen wissenschaftlichen Fragen gegenüber begünstigten die Entstehung zahlreicher ausgezeichneter Arbeiten über die Salzlagerstätten. Was aber bis heute noch fehlte, war ein großes zusammenfassendes Werk, verfaßt von jemand, der das ganze umfangreiche und vielfältige Gebiet übersieht und beherrscht. Der weitblickende, leider vor kurzem verstorbene Herausgeber des Sammelwerkes: „Die wichtigsten Lagerstätten der Nichterze", O. STUTZER, hatte F. RINNE dafür gewonnen, der für den geologischen Teil F. LOTZE und den mineralogischen Teil J. LEONHARDT als Mitarbeiter heranzog. Nach dem Tod RINNES verfaßten beide Autoren selbständig das Werk, in zwei Teilbänden, von denen der erste, die geologischen Verhältnisse der Salzlagerstätten, nun hier vorliegt. Um es gleich vorweg zu sagen: Verf. beherrscht das Stoffgebiet ausgezeichnet und hat es klar gegliedert im großen und flüssig lesbar im kleinen dargestellt.

Der erste allgemeingeologische Teil ist durchaus aktualistisch aufgebaut und geht von den heute sichtbaren Salzbildungen aus.

Er ist gegliedert in die Hauptabschnitte: Entstehung, Metamorphose, Tektonik und Abbau der Salzlagerstätten.

Entstehung: Verf. geht von den *Salzbildungen der Jetztzeit* aus. Er behandelt die natürlichen Salzlösungen, die Salzabscheidung nach den physikalisch-chemischen, klimatischen, geographischen und biologischen Bedingtheiten, gibt einen Überblick über die Hauptformen: Salze in Ausblühungen, Krusten, Sümpfen, Pfannen und Seen. Weiter werden Salzlagerstättentypen in charakteristischen Einzelbildern gebracht: Vulkanische Bildungen, primäre Verwitterungslagerstätten, sekundäre Verwitterungssalze, randliche Salzabscheidungen aus Meerwasser, aerogene marine Salzlagerstätten, marine Auslaugungslagerstätten, deszendente Salzlagerstätten, Mischtypen, Salzlagerstätten des organisch-sedimentären Teilzyklus. — Bei der Besprechung der *Salzbildungen der geologischen Vergangenheit* wird die Zeitlichkeit und der Kanon der Salzabscheidungen betont und dann die Salzbildungen während der Einzelabschnitte der geologischen Vergangenheit in den einzelnen Formationen besprochen. Der zeitliche Überblick ergibt die Gesetzmäßigkeiten. Wichtige allgemeine Erscheinungsformen wie Schichtung, kristallines Gefüge, Abscheidungsfolgen, Faziesverhältnisse, Färbung und Farbabfolge, klastische Einschaltungen, tektonische Sonderbedingungen beschließen das genetische Kapitel.

Metamorphose der Salze: Sie umfaßt Umwandlungen in unmittelbarem Anschluß an die Bildung, Umwandlungen infolge epirogener Versenkung. Dabei entstehen petrogenetische Auswirkungen gerichteter orogener Drucke und tektonischer Deformationen, Veränderungen im Chemismus infolge tektonischer Bewegungen, Neuverfestigungen hydrometamorpher oder durchfeuchteter Salzgesteine; es kann ferner eine thermische Retromorphose bei der Abkühlung durch Heraushebung entstehen. Weitere Umwandlungen können durch aszendente vulkanische Lösungen und durch deszendente Wässer erfolgen.

Tektonik der Salzlagerstätten: Einpassung der Salzlagerstätten in das Nebengestein mit konformer und besonders den verschiedenen auffälligen Typen durchgreifender Lagerung; innere Tektonik; mechanisches Verhalten der Salzgesteine, gegliedert nach petrographischen Typen; mit Vergleichen zwischen tektonischem und experimentellem Befund. Die auffälligsten tektonischen Salzgebilde, die Diapire (Ekzeme, Salzstöcke, Salzdome), werden noch einmal gesondert in allen Erscheinungsformen des Innenbaus, Großbaus, in ihren geologischen Bedingtheiten besprochen und die Kraftquellen des diapiren Salzaufstiegs ausführlich abgeleitet.

Abbau der Salzlagerstätten: Nach der negativen Seite hin werden die Erosionsformen betrachtet, subaerisch, subaquatisch, subterran, während als positive Äußerungen des Abbaus Salzlösungen entstehen.

Zum Schluß des allgemeinen Teils folgt ein sachlich gegliedertes Schrifttumsverzeichnis auf 20 Seiten.

Der *zweite spezielle Hauptteil* bringt die Einzelbeschreibungen der Salzlagerstätten der Erde. Gesamtanordnung des Stoffs und Zusammenfassung der Einzelvorkommen erfolgt in erster Linie nach regionalgeologischen Gesichtspunkten. Die gesamte Salzführung besonders von Europa und Amerika ist durch den tektonischen Großbau bedingt und so faßt Verf. das zusammen, was seiner Genese und seiner Stellung im tektonischen Bauplan nach zusammengehört.

Bei der feineren Gliederung der größeren geologischen Lagerstätteneinheiten und bei der Darstellung der bergbaulichen Verhältnisse wird aber auf wirtschaftspolitische Belange Rücksicht genommen. So werden also auch die Beziehungen zwischen der politischen Zugehörigkeit einer Lagerstätte und ihrem wirtschaftlichen Wert entsprechend betont.

In ausführlichster Weise, auf über 350 Seiten, werden die *Salzlagerstätten Europas* behandelt, mit folgenden Abschnitten:

Die Salzführung Europas in Beziehung zum tektonischen Großbau.

Die salzfreien Gebiete und die Salzlagerstätten im Paläozoikum Osteuropas.

Die Steinsalz- und Kalisalzlagerstätten des germanischen Perm-Trias-Beckens in Mitteleuropa.

Vorkommen altpaläozoischer Salze in Norddeutschland. — Steinsalz im norddeutschen Rotliegenden. — Das Salzgebirge des Zechsteins (180 Seiten!). — Salzvorkommen im Röt. — Salzlager im mittleren Muschelkalk. — Salzlager im Keuper. — Salze im höchsten Jura. — Die Salzlager im Tertiär des Oberrhein-Gebiets.

Die salzreichen Randzonen und Vorräume der jungen Faltengebirge.

Nordhang und nördl. Vorland des Kaukasus. — Außenrand der Karpathen. — Innere, westliche Seite des Karpathenbogens. — Dinariden und Balkan. — Alpen. — Apenninhalbinsel und Sizilien. — Randzonen des Pyrenäensystems. — Randgebiet und Vorraum der betischen Faltenketten. — Halbalpinotype keltiberische Ketten und ihre Vorzonen.

In ähnlich ausführlicher Weise wird Nordamerika behandelt. Dagegen sind, um den Umfang des Buches nicht ungebührlich anschwellen zu lassen, die Salzlagerstätten von Südamerika, Afrika, Asien und Australien wesentlich kürzer beschrieben.

Zum Schluß wird das Weltmeer als flüssige Salzlagerstätte kurz betrachtet. — Auch der spezielle Teil enthält auf über 50 Seiten ein ausführliches Schrifttumverzeichnis. — Besonders hervorgehoben sei endlich ein ausgezeichnetes und sehr eingehendes Register.

Das ganze Werk ist fraglos als ein Standardwerk der Weltliteratur zu bezeichnen und wird auf viele Jahrzehnte hinaus führend sein.

H. Schneiderhöhn, Freiburg i. Br.

BÖKER, HANS, **Einführung in die vergleichende biologische Anatomie der Wirbeltiere.** 2. Band: Biologische Anatomie der Ernährung. Jena: Gustav Fischer 1937. XI, 258 S. und 260 Abbild. 17 cm × 25 cm. Preis brosch. RM 13.50, geb. RM 15.—.

Durch die Lebensarbeit von Charles Darwin wurde die Abstammungslehre zu einer der bestbegründeten Theorien der Biologie. Dadurch erhielt die vorwiegend anatomisch eingestellte Forschung jener Zeit einen gewaltigen Auftrieb und einen tieferen Sinn. Die Abstammungslehre betrachtet ja die hoch organisierten Lebewesen, den Menschen eingeschlossen, als etwas historisch Gewordenes, als das Ergebnis einer allmählich fortschreitenden Entwicklung aus einfacher gebauten Vorfahren. Auf dieser Grundlage sucht die *vergleichende Anatomie* die Baupläne der Tiere untereinander in Beziehung zu setzen und die höheren Entwicklungsstufen aus den einfacheren abzuleiten. Besonders lohnend und ergebnisreich war dieser Vergleich bei jenem Tierstamm, der sich erst in der jüngsten Zeit der Erdgeschichte entwickelt hat und dem der Mensch selbst angehört: beim Stamm der Wirbeltiere. So sehen wir heute die Früchte dieses wohlgerundeten Arbeitsgebietes in vielen stattlichen Lehr- und Handbüchern der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere niedergelegt. Dabei steht immer die Frage im Vordergrund, in welcher Weise in der großen Linie der Stammesgeschichte die Organe der höheren Wirbeltiere auf die entsprechenden Organe der niedriger stehenden Stammesgenossen zurückführbar sind. Der funktionelle Gesichtspunkt wird, wenn überhaupt, nur nebenbei berücksichtigt. Erst in neuerer Zeit hat neben der anatomischen die biologische Betrachtungsweise, neben dem Studium des toten Körpers das Erforschen des lebendigen Geschehens sehr an Geltung gewonnen.

Das Bökersche Werk, von dem der erste Band bereits vor mehreren Jahren erschienen ist und ein dritter für später angekündigt wird, stellt — wie schon aus dem Titel ersichtlich — die biologische Betrachtungsweise bewußt in den Vordergrund. Der vorliegende zweite Band behandelt die Ernährung der Wirbeltiere. Dabei ist weniger von der chemischen Aufbereitung der Nahrung und ihrer Verwertung im Stoffwechsel die Rede — in dieser Hinsicht wird vielfach auf die vorhandenen Lehrbücher der Physiologie und physiologischen Chemie verwiesen; vielmehr ist der breiteste Raum den vorbereitenden Vorgängen der Nahrungsaufnahme gewidmet und den anatomischen Einrichtungen, die damit in Zusammenhang stehen. Die Bedeutung der Sinnesorgane für das Aufsuchen und Finden der Nahrung, das Anlocken und Überlisten der Beute, das Herausfiltern kleiner Partikel aus dem Wasser, das Ergreifen größerer Nahrungsbestandteile im Wasser und auf dem Lande, das mechanische Zerkleinern der Nahrung durch die Zähne in ihren mannigfachen Abwandlungen, und dergleichen mehr sind die Gegenstände eingehender Besprechung.

Ein Grundgedanke wird schon im Vorwort ausgesprochen und im ganzen Buch immer wieder und wieder betont: daß Auslesevorgänge im Sinne der Selektionstheorie und daß Mutationen für die Entstehung und Umwandlung der Arten nur eine unwesentliche Rolle gespielt haben könnten und daß die wahre Erklärung für die Umgestaltung der Arten und ihre harmonische Gestaltung in einem ganzheitsbezogenen, „aktiven Reagieren" des Organismus auf die Umwelt liege. Die so erworbenen Anpassungen werden allmählich erblich und werden dann „passiv" weitergeführt, bis ein neuer Anlaß zu einer aktiven Reaktion gegeben ist. Ich muß gestehen, daß ich dem Verfasser bei diesen Gedankengängen nicht folgen kann. Wenn das Warzenschwein seine Hauer bei der Nahrungssuche zum Wühlen im Erdboden benutzt, so liegt wohl eine funktionelle Kräftigung der so gebrauchten Zähne im Bereich unserer sonstigen Erfahrungen, und über die Möglichkeit des Erblichwerdens solcher Anpassungen kann man ernsthaft diskutieren. Wenn aber bei demselben Warzenschwein die Augen im Schädel auffallend weit nach hinten und oben verlagert und beim Wühlen durch diese abweichende Lage vor Schaden bewahrt sind, so hat die Auffassung dieser Verlagerung als einer ganzheitlichen aktiven Reaktion keinen erklärenden Wert (S. 33); denn es ist kein funktioneller Zusammenhang ersichtlich zwischen der Tätigkeit des Wühlens und einer Wanderung der Augenhöhlen. Einige wenige andere Beispiele für Bökers Auffassung und Ausdrucksweise: In der ungemein zweckmäßigen Gestaltung der Fänge und der Krallen bei Raubvögeln, die ihre Beute im Flug ergreifen, sieht er „deutlich die anatomische Reaktion auf die biologische Notwendigkeit des sicheren Zugreifens" (S. 103). Wenn manche Fische elektrische Schläge austeilen können, so diente diese Fähigkeit ursprünglich wahrscheinlich der Verteidigung und dem Vertreiben eines Störenfriedes. Wurde der betroffene Fisch durch den Schlag gelähmt, so bedeutete dies eine leicht erworbene Beute. „Diese unbewußte Erkenntnis kann die Veranlassung zur Steigerung der elektrischen Konstruktionen gewesen sein" (S. 127). Oder von der Entwicklung der Pferde: „Übergang zur Grasnahrung und zum Steppenrennen geht im Pferdestammbaum mit allen den zugehörigen charakteristischen Umkonstruktionen vollständig parallel, wie das ja selbstverständlich erscheint, wenn man die Lehre vom ganzheitlichen, harmonischen, aktiven Reagieren annimmt. Artumwandlung erfolgt so, daß man anatomische Reihen von sich fortschreitend umkonstruierenden Konstruktionen aufstellen kann" (S. 155).

Solche Sätze scheinen mir gefährlich; denn sie können unkritische Leser dazu verleiten, sich allzu leicht über die Schwierigkeiten hinwegzusetzen, statt

sie zu erkennen. Was DARWIN mit seinem Gedanken von der natürlichen Auslese bei erblichen Abänderungen ausgesprochen hat, oder was in neuerer Zeit der große Vererbungsforscher ERWIN BAUR in seinen Studien am Löwenmäulchen für einen Einzelfall zum Artbildungsproblem beigetragen hat, bedeutet eine grundsätzliche Erklärung für das Zustandekommen zweckmäßiger Anpassungen. Es wird kaum einen ernsten Naturforscher geben, der glaubt, hiermit alle Wunder des Lebens verstehen zu können. Nur soll man die Grenzen für das Verständnis aufzeigen, und nicht verschleiern.

Man würde aber dem Buch nicht gerecht werden ohne Worte aufrichtiger Anerkennung für den so reichhaltig zusammengetragenen Stoff. Auch der Fachmann findet darin eine Fülle von neuen biologischen Mitteilungen, anregenden Gedanken und wissenswerten Tatsachen. Einen besonderen Reiz gewinnt die Darstellung durch die in großer Zahl eingestreuten persönlichen Beobachtungen des Verfassers, großenteils von seinen Tropenreisen stammend. Auch verdient die gute Ausstattung mit Abbildungen besondere Erwähnung. K. v. FRISCH, München.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

Am 4. Dezember 1937 sprach Herr J. SCHWENZNER, Hamburg, über **Die Bedeutung der Wirtschaftsgeographie für den Außenhandel.** Der deutsche Außenhandel hat in den letzten Jahren ein steigendes Gewicht erhalten. Die Einfuhr des Reiches besteht überwiegend aus wenigen Stapelartikeln (Nahrungsmitteln und Rohstoffen) und läßt sich nur unerheblich vermindern. Da uns ausländische Werte und Kolonien fehlen, kann sie letzten Endes nur durch die Ausfuhr eigener Erzeugnisse bezahlt werden. Die Ausfuhrwaren sind aber außerordentlich verschiedenartig. Ihr Absatz ist stark der Konjunktur unterworfen, und zwischen den hochindustrialisierten Staaten besteht ein erbitterter Wettkampf um die Märkte, zumal da diese selbst nach dem Weltkriege ihr Gesicht verändert haben. Die hohe Spezialisierung der deutschen Produktion hat zur Folge, daß Erzeugung und Vertrieb planmäßig geregelt werden müssen. Daher nimmt auch die Absatzplanung immer weiter zu. Ihre Unterlagen werden durch Marktanalyse, Marktforschung und Marktbeobachtung gewonnen, deren Ergebnis in der Regel in statistischen Quersummen, Adressenlisten u. a. niedergelegt werden; die raumwirtschaftlichen Gesichtspunkte bleiben dagegen meist außer acht. Hier kann nun gerade die Wirtschaftsgeographie der Praxis des Außenhandels wertvolle Dienste leisten.

Die Wirtschaftsgeographie hat in den letzten Jahren einen raschen Aufschwung genommen. Schon die ersten brauchbaren wirtschaftskartographischen Darstellungen, die landwirtschaftsgeographischen Karten von ENGELBRECHT und später von FINCH und BAKER, sind für den Praktiker wichtiger als die üblichen Durchschnittszahlen, obwohl in ihnen nur quantitative Beziehungen der Produktion zum Ausdruck kommen. Die von den Nationalökonomen ausgebaute Standortstheorie bot einen Ansatz für die wertvolle qualitative Betrachtungsweise von RÜHL u. a. Den weitesten Schritt für die praktische Verwertung führen die bewußt organischen Wirtschaftsbetrachtungen (WAIBEL), die hauptsächlich auf Beobachtung im Gelände beruhen und die durch die Stichwörter Wirtschaftsform, Wirtschaftsformation sowie einige Unterbegriffe gekennzeichnet sind. Die Bezeichnungen sind in Analogie zu den Begriffen der Pflanzengeographie gebildet und sollen dazu dienen, die gesamte Erzeugungsstätte zu erfassen. Beispiele für Wirtschaftsformen sind etwa Baumwollplantage und Tagebergwerk. Sie können nach Betriebsform, Betriebssystem und Betriebsgröße verschieden sein. In der Betriebsform drückt sich die Intensität, d. h. die Höhe des Kapital- und Arbeitsaufwandes aus. Die Kakaoplantagen der Eingeborenen in Westafrika z. B. werden extensiver bewirtschaftet als die der Weißen und haben daher nach Menge und Art einen anderen Bedarf an Gütern. Das Betriebssystem wird durch die technische Ausgestaltung des Betriebes gekennzeichnet: in der Landwirtschaft gehören „Fruchtwechselwirtschaft" und „Dreifelderwirtschaft" hierhin. Jedes dieser Systeme hat einen anderen Bedarf an Waren, ebenso jede Betriebsgröße. Treten die einzelnen Wirtschaftsformen gehäuft auf, so bilden sie eine Wirtschaftsformation (auch Wirtschaftsgebiet, Wirtschaftslandschaft genannt), etwa eine Gemüsebauzone, ein Eisenindustriegebiet, eine Stadt. Jedes Land der Erde ist ein Gefüge von solchen Wirtschaftsformationen. Kartographisch sind landwirtschaftliche Wirtschaftsformationen von LAUTENSACH (Portugal) und PFEIFER (Kalifornien) dargestellt worden. Man kann aus ihnen nahezu auf den ersten Blick die Eigenart der Produktionsgebiete und damit den Bedarf für sie erkennen.

Außer der Produktion sind aber auch der Konsum sowie Handel und Verkehr zu berücksichtigen. Vor allem ist die Lage der Handelszentren und ihr Einflußgebiet sehr wichtig. Es gibt bisher wenig Untersuchungen über den Standort des Handels; zu ihnen gehört u. a. die Arbeit von OBST über die südafrikanischen Häfen. Aus ihr läßt sich z. B. entnehmen, über welche Häfen der Wollexport geht, und wo daher Verpackungsmaschinen gebraucht werden. Zur Beurteilung der Absatzmöglichkeit ist weiterhin die Wirtschaftsgesinnung einer Bevölkerung zu beachten. Herr SCHWENZNER, der die Südafrikanische Union öfter als instruktives Beispiel verwendete, schilderte anschaulich den Unterschied zwischen dem burischen Südafrikaner und dem Engländer. Der Bure ist Landbewohner, hängt am Althergebrachten und neigt zum genossenschaftlichen Zusammenschluß, der beweglichere Engländer lebt dagegen vorwiegend in den Städten, setzt sich als Einzelpersönlichkeit durch, hat infolgedessen die Führung in Handel und Verkehr und nimmt den tätigsten Anteil am Aufbau der Industrie. Es ist verständlich, daß entsprechend seiner Gesinnung und der daraus folgenden verschiedenen Betätigung im Wirtschaftsleben bei jedem Volksteil ganz andere Bedarfe auftauchen und zu decken sind.

Nach der Beschreibung der Erzeugungsmittel und Erzeugungsmethoden in den einzelnen Wirtschaftsformationen wird der Wirtschaftsgeograph die Frage zu klären haben, wie weit der heimische Markt imstande ist, die gebrauchten Güter selbst herzustellen. In der Südafrikanischen Union ist das Goldminengebiet von Johannesburg der wichtigste Verbraucher von Eisen und Stahl. Haupterzeuger dieser Waren sind die Stahlwerke von Pretoria. Sie haben zuerst nur einfachen Stahl hergestellt, gingen aber bald zur Produktion von Werkzeugstahl über. Damit verloren Europa und die Vereinigten Staaten ein wichtiges Absatzfeld für dieses Erzeugnis. Der Bereich der Stahlwerke geht aber unter dem Einfluß der Frachtkosten nicht über 200 km hinaus, und daher bleiben alle Küstenplätze weiter von der Eisen- und Stahleinfuhr abhängig.

Durch vergleichende Betrachtung kann die Wirtschaftsgeographie dazu beitragen, die Eigenart der

untersuchten Gebiete plastisch herauszuarbeiten und neue Gesichtspunkte für eine vertiefte geographische Gliederung der Länder zu finden. Auf Reisen muß der Geograph bemüht sein, besonders wo statistische Unterlagen fehlen, aus der Physiognomie der Landschaften und Städte Schlüsse auf die Wirtschaftsformationen zu ziehen und durch schnelle und klare Berichterstattung ein aktiver Helfer für den deutschen Export zu werden.

ERICH TRAMITZ.

In einem sehr anregenden, allerdings auch mit starker Kritik aufgenommenen Vortrag, der die Gedankengänge der wissenschaftlichen Geographie oft verließ und gelegentlich die Grenze der Metaphysik streifte, sprach am 20. Dezember 1937 Herr A. SEIFERT, München, über **Die „Versteppung" Deutschlands.** Der Vortr., von Beruf Architekt und durch seine Ahnen eng mit der Landwirtschaft verbunden, wurde vor 4 Jahren von dem Generalinspektor für das deutsche Straßenwesen, Dr. TODT, zu seinem Berater für alle Fragen der Landschaft berufen. Wie er einleitend selbst betonte, ist er von dem Streben nach Ganzheitsübersicht beherrscht und geht bei der Lösung seiner Probleme stets von einer bildmäßigen Schau der Dinge aus. Er steht daher in schärfstem Widerspruch gegen die für die neuere Zeit charakteristische Zerspaltung und Naturferne, die ihre stärkste Ausprägung im 19. Jahrhundert gefunden hat.

Der Vortr. begann seine Ausführungen mit der Betrachtung eines Wiesenstückes, wobei er an DÜRERS schöne Zeichnungen erinnerte. Eine Wiese ist für ihn ein Organismus, der beweist, daß in der Natur nicht alles gegen alles kämpft, sondern eins dem anderen hilft. Wenn man eine solche Wiese düngt, verschwinden die feinen Gräser, verschwindet damit das Würzige, Duftende, und alles Derbere wird stärker. Das Würzige aber ist gerade immer das Heilende. In den Alpen gibt es z. B. Wiesen, die so gelegen sind, daß man sie gar nicht düngen kann. Trotzdem holen die Leute unter den größten Schwierigkeiten von dort Futter für ihr bestes Vieh, und dieses gedeiht. In den stark gedüngten Wiesen dagegen ist vieles, was das Vieh nicht anrührt. Die Natur vereinigt alle Gegensätze zur Harmonie. Wenn der Mensch da *ohne Weisheit* hineingreift, fällt diese Harmonie auseinander, und es entwickelt sich aus der Natur- und Kulturlandschaft die Maschinen- oder Industrielandschaft, in der die Technik zu stark geworden ist.

Der Organismus der deutschen Landschaft hat eine unerhörte Mannigfaltigkeit, aber nur dort, wo sie noch gesund ist. Nun müssen wir zwar in das Lebendige mit Mitteln der Technik eingreifen; aber es ist eine Grenze gesetzt, über die wir nicht hinausdürfen. Wo diese Grenze eingehalten ist, ist die Landschaft mannigfaltig, also deutsch, also gesund, also schön und Ausdruck der Vollkommenheit. Die bloße Öde ist schon undeutsch und ein Zeichen, daß etwas nicht stimmt.

Das 19. Jahrhundert brachte eine ganz einseitige Beanspruchung, die die Harmonie zerstörte. Entscheidend ist die *Wegnahme des Wassers*. In dieser Richtung wirkt sich z. B. der für die neuzeitliche Waldwirtschaft kennzeichnende Übergang vom Laubwald zum Kiefernwald aus. Denn das Wasser, das auf solchen Wald fällt, fällt durch und fließt ab; außerdem ist die Luftfeuchtigkeit und damit die Regenhäufigkeit über Laubwaldgebieten größer.

Im Landbau war das Ideal des 19. Jahrhunderts die viereckige Ackerfläche, auf der man mit Maschinen arbeiten kann. Dazu ist ein Ausräumen der Landschaft nötig. Alle Gehölze, die Hecken, die Ackerterrassen usw. verschwinden, und es entsteht eine verödete Landschaft, die nun nicht mehr die Heimat deutscher Seele sein kann. Eine solche Wirtschaftsform muß sich als Raubbau erweisen. Die Erträge werden zunächst größer, sinken dann aber. Die Ursache ist in dem durch alle diese Maßnahmen bewirkten Verlust an Wasser (Niederschlag, Tau, Nebel usw.) zu suchen. Außerdem kann der Bauer auf solchen Äckern nicht mehr in Höhenkurven pflügen; der Ackerboden kommt ins Fließen und geht als Flußtrübe ab.

Die schwersten Schädigungen zieht das Wegschlagen der als Windschutz wichtigen Hecken nach sich, denn dadurch geht die Luftruhe am Boden und damit die Taubildung verloren. Der Tau aber ist selbst in Gebieten hohen Niederschlags von größter Bedeutung. Manche Pflanzen geben überhaupt keine Ernte, wenn sie keinen Tau haben; Tau vergrößert die Menge der Körnerfrucht und mindert die Salzempfindlichkeit der Pflanze. Vielleicht hängt auch das Grundwasser mehr vom Tau ab als vom Regen, denn viel mehr Tau als auf der Pflanze schlägt sich im Boden an den Wurzeln nieder. Mit dem Tau wehen auch die aus dem Boden aufsteigenden nährenden Stoffe weg, die sog. Bodenkohlensäure, die für den Aufbau der Pflanze nötig ist. Und schließlich: wo der Wind ungehindert wirken kann, führt er auch den Boden selbst fort. Wenn man noch bedenkt, daß die Hecken die Wohn- und Nistplätze aller Tiere sind, die die Schädlinge bekämpfen, muß man zu der Erkenntnis kommen, daß es notwendig ist, wieder zu der bäuerlichen Form des Knicks zurückzukehren.

Der Wasserbau der letzten 70—80 Jahre hatte das Ziel, das gefallene Wasser möglichst rasch außer Landes zu bringen. Das Hochwasser kommt schneller, und das Niederwasser sinkt in ständig zunehmendem Maße. Beides zusammen: das Begradigen eines Wasserlaufes und das Fortschlagen des Baumwuchses an seinen Rändern hat, wie die Erfahrung gelehrt hat, stets eine stärkere Austrocknung ergeben, als man vorher berechnet hatte. Durch das stärkere Gefälle, das Wegschneiden der Mäander, die Beseitigung der Bewachsung wird die Luftbewegung im Tale stärker, da die Bodenrauhigkeit verschwindet und die Luft sozusagen ins Rutschen kommt. Die klimaausgleichende Wirkung der Talsperren, auf die man hingewiesen hat, ist sehr gering. Entscheidend ist immer der Uferbewuchs, und so können viele kleine Teiche — die leider immer mehr verschwinden — in viel höherem Maße das Klima verbessern, da ihre Gesamtuferlänge größer ist.

Gewiß sind das alles nur kleinklimatische Wirkungen. Aber sie summieren sich zum großen, zumal nach der Ansicht des Vortr. eine Klimaverschlechterung im Sinne einer allgemeinen Austrocknung dazukommt. 1936 sind in Deutschland zum ersten Male echte Staubstürme aufgetreten, bei denen bis zu 1 cm Mutterboden weggeflogen ist. So ist die „Versteppung", die von dem Vortr. in erster Linie als ein seelisches Problem betrachtet wird, auch tatsächlich vorhanden. Solche echten Versteppungserscheinungen sind besonders im Osten des Reiches festzustellen, in einem Landstreifen, der etwa parallel der Oder läuft. Die Steppe rückt von dem slawischen Osten her heran. Die Slawen sind ein Steppenvolk, die Deutschen ein Waldvolk. Je mehr unser Land Steppe wird, um so mehr leisten wir dem Osten Vorschub!

Es muß also unser Leitsatz sein, auch in diesen Gebieten zu einem völligen Umbruch zu kommen. Wir müssen wirklich umkehren und erkennen, daß das Naturnähere immer das Richtigste und das Schönste ist. Was häßlich ist, ist falsch. Die Natur hilft uns in ungeahnter Weise, und wenn wir mit ihr gehen, wird auch wieder — und ganz von selbst — die Schönheit ins Land kommen.

KURT KAEHNE.

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: FRITZ SÜFFERT, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig.